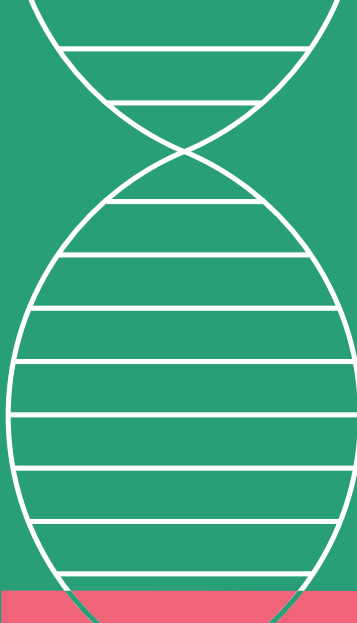




**Acelere
o Saber**

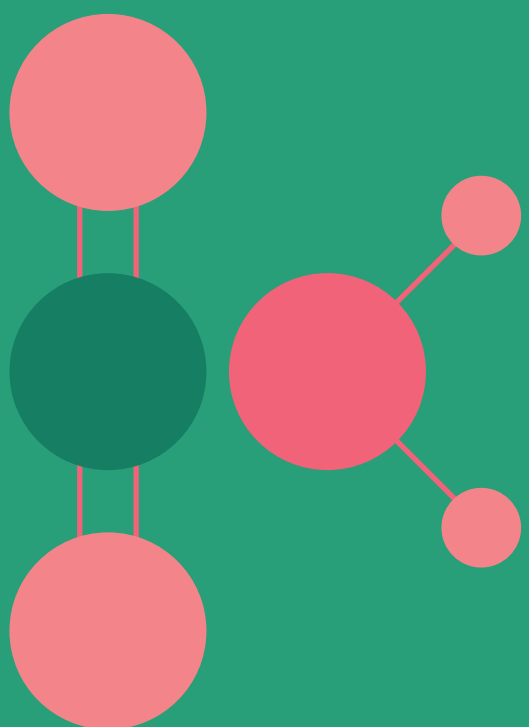
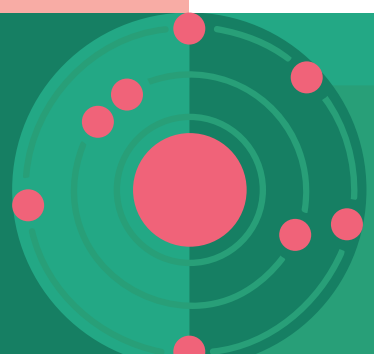
mais

CIÊNCIAS DA

ENSINO MÉDIO

NATUREZA

BIOLOGIA • FÍSICA • QUÍMICA



editora
órbita



Acelere o Saber

mais

CIÊNCIAS DA NATUREZA

Ensino Médio

Acelere o Saber mais – Ensino Médio

Ciências da Natureza

Uma produção



Direção Editorial

Tiago Braga

Organização

Antonio Nicolau Youssef

Colaboradores

Angel Honorato

Ângela Silvano

Camila Suckow

Cristina Tavares

Diego Vogt

Eduardo Araújo

Heloisa Takazaki

Ivyan Karoline M. Correa

Katherine Scott

Luciane Baía

Rosane Rudnik

Thiago Gusmão

Produção Executiva

Antonio Braga Filho

Revisão

Ana Christina M. Perfetti

Miriam de Carvahó Aboes

Victor Truccolo

Equipe Editora Órbita

Ilustrações

Danilo Neves Pereira.

Fernando José Ferreira

Guilherme José Ferreira

Kauan Henrique

Tiago Bento

Imagens

Adobe Stock

Shutterstock

Projeto Gráfico

Amplitude.PP

Diagramação

Fórmula Produções

Artes e Letras

Amplitude.PP

A173 Acelere o saber mais : Ciências da Natureza - livro do aluno - Ensino Médio / Antonio Nicolau Youssef (org.) ; Tiago Braga (coord.) - 1ª ed. - São Paulo : Editora Órbita, 2025.
464 p. il. col.

ISBN 978-65-6038-350-0

1. Biologia. 2. Física. 3. Química. 4. Terra. 5. Universo. 6. Vida. I. Youssef, Antonio Nicolau (org.). II. Braga, Tiago (coord.). III. Título.

CDD 570
CDU 57

Tatiane Thielke dos Santos Cruz - Bibliotecária - CRB-8/11157.

1ª edição

São Paulo – 2025

Todos os direitos reservados

APRESENTAÇÃO



Caro estudante,

Bem-vindo à Coleção Acelere o Saber.

Nossa maior preocupação ao desenvolver esta coleção foi a de ajudá-lo a seguir adiante em seus estudos, recompondo sua aprendizagem no Ensino Fundamental e pavimentando sua caminhada em direção ao Ensino Médio.

Ao longo deste livro você será convidado a pensar, explorar, resolver problemas, discutir e argumentar sobre os mais variados temas, para que, com a ajuda dos professores e educadores que estarão ao seu lado, possa desenvolver as habilidades e competências fundamentais para sua progressão de estudos.

Mantenha-se concentrado em seus objetivos de aprendizagem para, assim, usufruir desta importante oportunidade que se apresenta em um momento decisivo de sua vida escolar.

Esperamos que você participe ativamente das propostas constantes neste material e lembre-se sempre de contar com nossa colaboração.

Vamos começar?

Um abraço

Sumário

Módulo 1

Biologia

Capítulo 1 – Da célula ao organismo 11

O que é um ser vivo? 12

Níveis de organização dos seres vivos 13

O microscópio 15

As células 16

A química da célula 17

Tipos de células 18

Metabolismo energético 20

Resumo 23

Avalie o que aprendeu 26

Capítulo 2 – Os tecidos animais..... 33

Histologia animal 34

Constituição dos tecidos 35

Tecidos epiteliais 35

Tecidos conjuntivos 37

Tecido muscular 42

Tecido nervoso 43

Resumo 46

Avalie o que aprendeu 49

Física

Capítulo 1 – Força, movimento e leis de Newton..... 57

Força e movimento.....58

Leis de Newton.....60

Lei da inércia (primeira lei).....60

Princípio fundamental da dinâmica (segunda lei).....62

Lei da ação e reação (terceira lei).....64

Principais forças mecânicas.....66

Força peso.....66

Força normal.....67

Força de tração.....67

Força elástica.....68

Força de atrito 70

Resumo.....74

Avalie o que aprendeu.....75

Capítulo 2 – Dinâmica dos movimentos:

aplicações das leis de Newton..... 81

Movimentos horizontais retilíneos.....82

Plano inclinado.....84

Movimentos curvilíneos.....86

Resumo.....90

Avalie o que aprendeu.....91

Química

Capítulo 1 – Modelos atômicos e o átomo 99

Um pouco de história.....100

Átomo de Dalton.....100

Átomo de Thomson.....103

Átomo de Rutherford.....103

Átomo de Bohr.....104

Átomo atual.....105

Partículas atômicas.....106

Conceitos relativos aos átomos.....106

Íons.....107

Isótopos, isóbaros e isótonos.....107

Resumo.....109

Avalie o que aprendeu.....110

Capítulo 2 – Tabela periódica..... 115

Construção da tabela periódica.....116

Tabela periódica atual.....119

Grupos.....119

Períodos 120

Elementos representativos e de transição.....120

Metais e não metais.....120

Distribuição eletrônica.....123

Distribuição eletrônica de Linus Pauling.....123

Distribuição eletrônica de íons.....126

Resumo.....127

Avalie o que aprendeu.....129

Módulo 2

133

Biologia

Capítulo 1 – Reprodução dos seres vivos 135

O núcleo e o DNA 136

Número de cromossomos 137

Ciclo celular 138

Interfase 138

Divisão celular 139

Mitose 139

Meiose 141

Os processos reprodutivos 143

Reprodução assexuada 143

Reprodução sexuada 146

Resumo 152

Avalie o que aprendeu 154

Referências 157

Capítulo 2 – Diversidade dos animais 159

Reino Animalia: os animais 160

Poríferos 161

Cnidários 162

Platelmintos 163

Nematódeos 164

Anelídeos 165

Moluscos 165

Artrópodes 166

Equinodermos 168

Cordados vertebrados 169

Resumo 178

Avalie o que aprendeu 180

Física

Capítulo 1 – Calorimetria 187

Temperatura, energia térmica e calor 188

Transmissão de calor 194

Trocas de calor 198

Calor latente 199

Resumo 202

Avalie o que aprendeu 204

Capítulo 2 - Termodinâmica 209

Energia, trabalho e calor 210

Leis da termodinâmica 214

Primeira lei da Termodinâmica 214

Segunda lei da Termodinâmica 216

Resumo 220

Avalie o que aprendeu 221

Química

Capítulo 1 – Cálculos químicos 229

Relações de massa 230

Unidade de massa atômica (u) 230

Massas atômicas (MA) 231

Massa molecular (MM) 231

Constante de Avogadro 233

Mol 234

Massa molar (M) 234

Soluções 236

Curvas de solubilidade 237

Concentração das soluções 239

Concentração comum (c) 239

Concentração dos produtos de limpeza 240

Resumo 242

Avalie o que aprendeu 243

Capítulo 2 – Gases 247

Introdução 248

Transformações gasosas 250

Transformação isotérmica 250

Transformação isobárica 252

Transformação isocórica 254

Equação geral dos gases 255

Lei do gás ideal 256

Poluição atmosférica 258

Resumo 260

Avalie o que aprendeu 261

Referências 268

Capítulo 3 – Radioatividade 271

Estudo das radiações 272

Características do átomo 273

Tipos de radiação.....	274
Cinética radioativa.....	275
Séries radioativas.....	276
Aplicações da radioatividade.....	277
Acidentes radioativos.....	280
Resumo.....	280
Avalie o que aprendeu.....	282

Módulo 3

287

Biologia

Capítulo 1 – Genética 289

Os estudos sobre hereditariedade.....	290
Os experimentos de Mendel.....	291
Primeira lei de Mendel.....	293
Heredogramas.....	294
Noções de probabilidade.....	295
Regra da adição ou regra do "ou" aplicada à genética.....	297
Regra da multiplicação ou regra do "e" aplicada à genética.....	297
Heranças relacionadas ao sexo.....	298
Heranças dos grupos sanguíneos.....	300
Sistema Rh.....	301
Determinação genética para o sistema Rh.....	301
Resumo	302
Avalie o que aprendeu	303

Capítulo 2 – Processos evolutivos e Ecologia 307

Processos evolutivos.....	308
Evolução.....	308
Teorias evolutivas: Lamarckismo e Darwinismo.....	312
Neodarwinismo.....	314
Especiação.....	314
Evolução humana.....	315
Ecologia.....	316
Níveis de organização.....	316
Habitat e nicho ecológico.....	318
Níveis tróficos.....	318
Cadeias alimentares.....	318
Teias alimentares.....	319
Pirâmides ecológicas.....	320
Impactos ambientais.....	321
Resumo.....	322
Avalie o que aprendeu.....	324

Física

Capítulo 1 – Propriedades elétricas da matéria 333

Carga elétrica e processos de eletrização.....	334
Campo e força.....	337
Energia, trabalho e potencial elétrico.....	340
Equilíbrio eletrostático.....	342
Resumo.....	344
Avalie o que aprendeu.....	345

Capítulo 2– Eletrodinâmica 351

Corrente elétrica.....	352
Leis de ohm.....	354
Energia e potência.....	357
Circuitos elétricos.....	359
Medidores elétricos.....	361
Resumo.....	362
Avalie o que aprendeu.....	363

Capítulo 3 – Eletromagnetismo 369

Campo magnético.....	370
Eletromagnetismo: campo e força magnética.....	373
Indução eletromagnética.....	377
Corrente elétrica induzida.....	378
Lei de Faraday-Neumann-Lenz.....	379
Transformadores.....	381
Resumo.....	382
Avalie o que aprendeu.....	383

Química

Capítulo 1 – Química inorgânica..... 391

Substâncias inorgânicas.....	392
Ácidos.....	392
Definição de ácido.....	393
Classificação de ácidos.....	394
Nomenclatura de ácidos.....	396
Bases.....	397
Definição de base.....	397
Classificação de bases.....	398
Nomenclatura de bases.....	400
Sais.....	402-

Definição de sal.....	402	Escala de pH.....	428
Classificação de sais.....	403	Cálculo de pH e pOH.....	429
Nomenclatura de sais.....	404	Resumo.....	430
Óxidos.....	406	Avalie o que aprendeu.....	432
Definição de óxido.....	406	Capítulo 3 – Química orgânica	437
Classificação de óxidos.....	406	Carbono: características.....	438
Nomenclatura de óxidos.....	408	Tetravalência.....	438
Resumo.....	409	Capacidade de formar cadeias.....	439
Avalie o que aprendeu.....	414	Classificação do carbono.....	440
Capítulo 2 – Equilíbrio químico	419	Cadeias carbônicas.....	441
Conceito de equilíbrio químico.....	420	Hidrocarbonetos.....	444
Constante de equilíbrio (K_c).....	422	Nomenclatura de hidrocarbonetos.....	445
Constante de equilíbrio em função da pressão (K_p).....	422	Alcanos.....	445
Princípio de Le Chatelier.....	424	Alcenos e alcinos.....	446
Equilíbrio iônico.....	426	Funções orgânicas.....	449
Lei de diluição de Ostwald	426	Funções orgânicas oxigenadas.....	451
pH e pOH.....	427	Resumo.....	454
Produto iônico da água.....	427	Avalie o que aprendeu.....	456



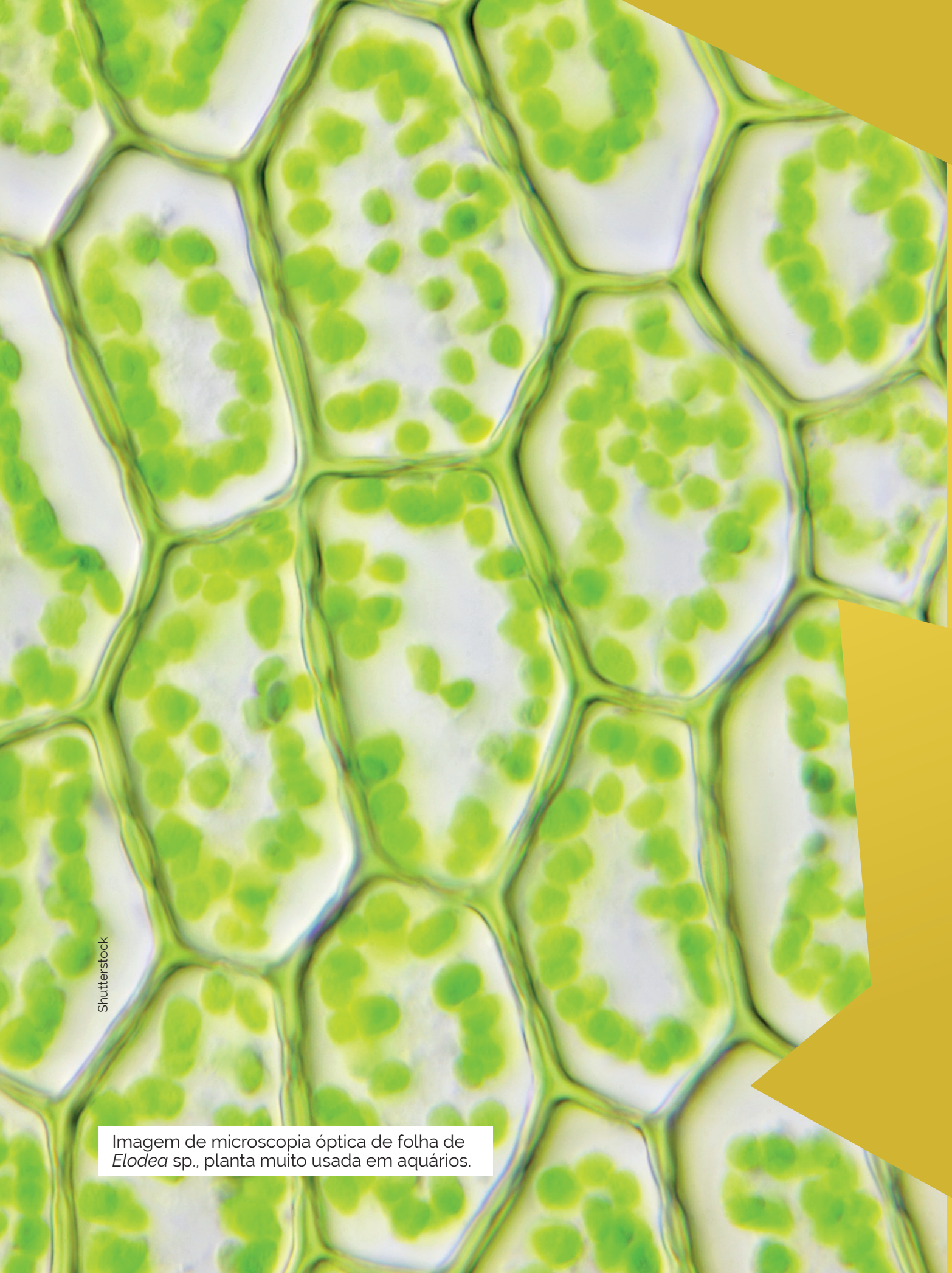
Acelere o Saber

mais

CIÊNCIAS DA NATUREZA

MÓDULO 1

BIOLOGIA



Shutterstock

Imagem de microscopia óptica de folha de *Elodea* sp., planta muito usada em aquários.

Capítulo 1

Da célula ao organismo

Para se chegar ao conhecimento das células, foi necessária a criação de equipamentos como os microscópios, que permitiram ampliar a visão de estruturas muito pequenas, como na imagem anterior.

A imagem, obtida por microscopia óptica, retrata uma folha de *Elodea sp.* Nela, é possível observar as células, contendo pequenas estruturas de cor verde chamadas cloroplastos, que são responsáveis pela fotossíntese. As células estão unidas entre si, possuem uma forma regular e apresentam uma separação bem nítida entre elas.

a) Se a fotomicrografia fosse de células animais, que diferenças você esperaria encontrar em relação às células da *Elodea sp.*?

b) Na imagem, é fácil perceber que as células apresentam uma separação. Você sabe dizer que estrutura é essa que separa as células e por que ela é importante? Explique.

Da célula ao organismo

O que é um ser vivo?

Pode parecer muito simples identificar um ser vivo, mas definir a vida não é tão simples assim. Todos os seres vivos apresentam características que são inerentes à vida, como composição química, organização celular, metabolismo, nutrição, reprodução, hereditariedade, desenvolvimento, capacidade de responder a estímulos e evolução.

Composição química – Os seres vivos são compostos por substâncias formadas, principalmente, por **carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio**, além de fósforo e enxofre em menor quantidade. Esses e outros elementos químicos compõem substâncias que fazem parte da estrutura corporal dos seres vivos e/ou estão relacionados a diversas funções biológicas.

Organização celular – As células são as unidades funcionais e estruturais dos seres vivos. Todos os seres vivos apresentam organização celular, podendo ser unicelulares ou multicelulares, **exceto os vírus**.

Nutrição – Alguns seres vivos chamados **autótrofos**, como as plantas, são capazes de produzir o próprio alimento por fotossíntese ou por quimiossíntese. Já os **heterótrofos**, como os animais, por exemplo, não produzem o próprio alimento e, por isso, precisam ingerir nutrientes produzidos por outros seres vivos.

Metabolismo – É o conjunto de transformações químicas que ocorrem nos organismos vivos, necessárias para a manutenção da vida e a realização das diversas atividades. A maior parte dessas reações químicas que mantêm os organismos vivos ocorre no interior das células, como a produção de energia, construção de moléculas ou eliminação de resíduos, por exemplo. Chamamos de **anabolismo** quando as reações são relacionadas à síntese ou construção de moléculas, como a produção de proteínas pelas células. Denominamos **catabolismo** quando as reações são de quebra para a liberação de substâncias mais simples, como a respiração celular, que libera energia.

Reprodução, hereditariedade e crescimento – Reprodução é o processo pelo qual os seres vivos dão origem a novos seres vivos semelhantes a eles, perpetuando sua espécie. A passagem de características típicas da espécie de pais para filhos a cada geração é conhecida como hereditariedade.

Para crescer, os organismos unicelulares aumentam o volume de suas células. Os multicelulares crescem à medida em que as suas células aumentam de volume, dividem-se aumentando o número de células, as quais também podem se diferenciar para formar células com funções diferentes.

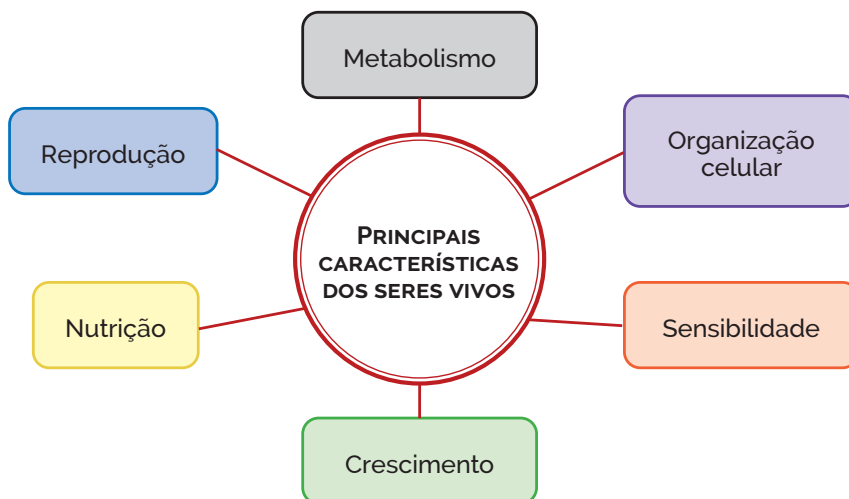
Capacidade de responder a estímulos – A capacidade de detectar alterações no ambiente e responder a elas, também denominada **sensibilidade**, é uma característica dos seres vivos. Quando um animal foge diante de um perigo ou quando piscamos se um corpo estranho entra no olho, são exemplos de resposta a estímulos do ambiente. Por exemplo, a aparência do inseto apresentado na imagem a seguir é semelhante ao ambiente em que ele vive. Camuflado, o bicho-pau apresenta maiores chances de sobreviver e, conseqüentemente, de gerar descendentes. Essa adaptação se deve ao sucesso reprodutivo dos indivíduos mais adaptados a sobreviver nesse ambiente.



Shutterstock

bicho-pau camuflado.

Evolução – O processo evolutivo é resultado de modificações que ocorrem ao acaso nos indivíduos ao longo do tempo. As modificações que são benéficas para os seres vivos, aumentando a capacidade de sobrevivência e de reprodução em determinados ambientes, são denominadas adaptações e são transmitidas aos seus descendentes.



Níveis de organização dos seres vivos

Os seres vivos são altamente organizados e apresentam níveis hierárquicos, que podem ser ordenados em uma escala do menor componente para o maior.

O **átomo** é a menor unidade da matéria. A união de átomos forma **moléculas**, uma estrutura química com pelo menos dois átomos unidos por ligações químicas, como, por exemplo, o gás oxigênio, o gás carbônico e a água. Outras moléculas são importantes para os seres vivos, como as macromoléculas de proteínas e o ácido desoxirribonucleico (DNA).

As macromoléculas dos seres vivos se organizam e constituem pequenas estruturas que ficam no interior das células. Essas **organelas celulares** desempenham funções vitais para a célula, como as mitocôndrias, responsáveis pela respiração celular, e os cloroplastos, que participam da fotossíntese.

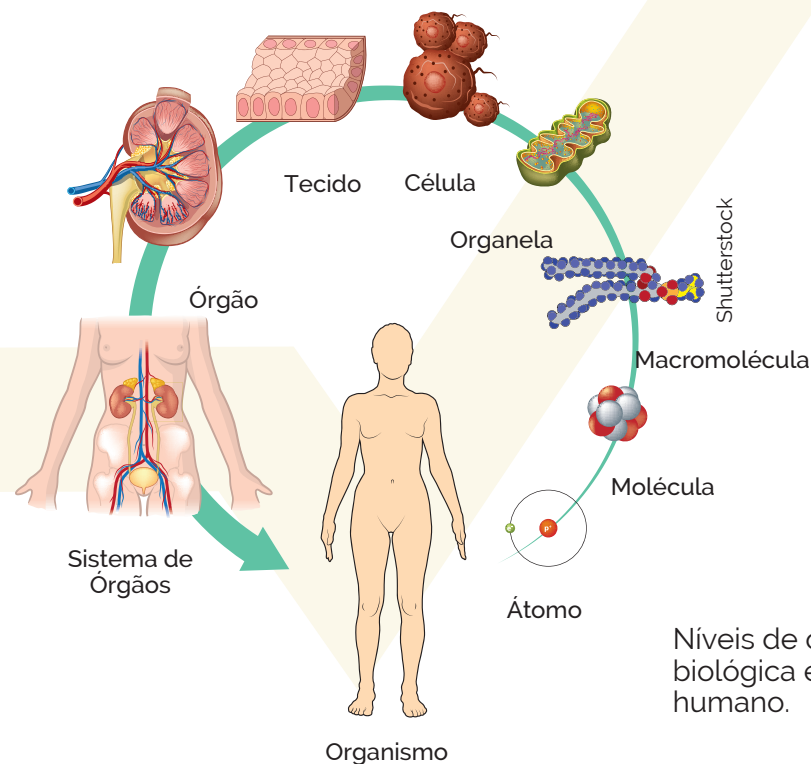
Um conjunto de organelas, envolvidas por membrana, constitui uma célula, a unidade fundamental da estrutura e função de quase todos os seres vivos. Os seres vivos são formados por **células**, e podem ser unicelulares, quando são formados por uma única célula, ou multicelulares, quando formados por várias células.

Os vírus são considerados os únicos seres vivos que não apresentam células. A sua estrutura é bastante simples e consiste num material genético envolvido por uma cápsula de proteína.

Em organismos multicelulares, as células são agrupadas de acordo com a sua origem e com a semelhança das funções que desempenham para formar os **tecidos**. Nos animais, os tecidos apresentam funções específicas, como proteção, transporte de substâncias, sustentação, movimento, coordenação, preenchimento, etc.

Um conjunto de tecidos forma um **órgão**, que realiza determinada função, como o estômago, intestino ou coração. O estômago, por exemplo, é formado por um tecido muscular que realiza o movimento de digestão, pelo tecido epitelial que reveste o estômago por dentro e por fora, tecido sanguíneo que distribui as substâncias que controlam a digestão, e tecido nervoso que controla seu funcionamento.

Um conjunto de órgãos que desempenham funções complementares forma um **sistema de órgãos**. São vários sistemas de órgãos no corpo dos animais, como sistema digestório, respiratório, circulatório, nervoso, excretor, reprodutor, etc. O conjunto de vários sistemas de órgãos forma o **organismo**, ou seja, o ser vivo propriamente dito.



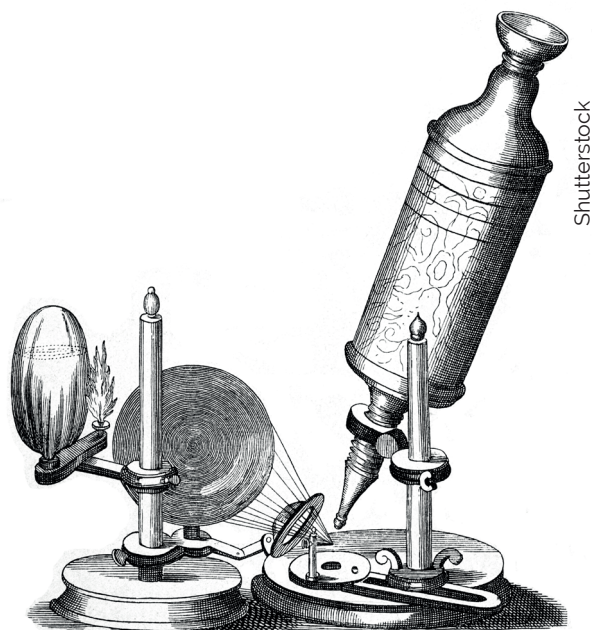
Níveis de organização biológica em um ser humano.

O microscópio

As células são muito pequenas para serem observadas a olho nu. Para vê-las, é necessário o uso de um microscópio. Esse aparelho utiliza lentes para aumentar o tamanho da imagem do que estamos observando, permitindo-nos enxergar estruturas muito pequenas.

Acredita-se que o primeiro microscópio tenha sido inventado pelos holandeses fabricantes de óculos Hans e Zacharias Janssen, pai e filho, por volta de 1590. No entanto, também se acredita que o holandês Anton van Leeuwenhoek (1632-1723) tenha sido a primeira pessoa a observar materiais biológicos com um microscópio. Em suas observações, ele descobriu microrganismos em gotas de água suja. Também foi o primeiro a visualizar os glóbulos vermelhos do sangue e os espermatozoides.

O inglês Robert Hooke (1635-1703) aperfeiçoou o microscópio e, em 1665, conseguiu observar fatias bem finas de cortiça pelo microscópio. Ele notou que essas fatias eram formadas por pequenas cavidades, espaços aos quais chamou de células (pequenas celas). Entretanto, essas cavidades eram espaços vazios deixados pelas células mortas da planta.



Representação do microscópio produzido por Robert Hooke.

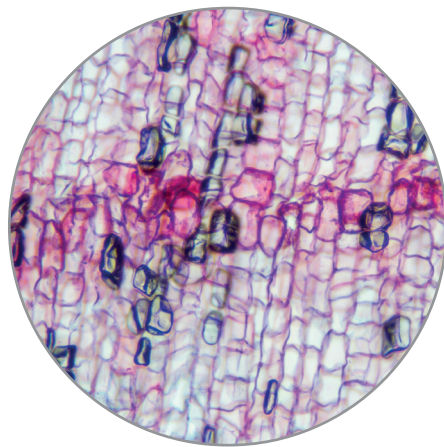
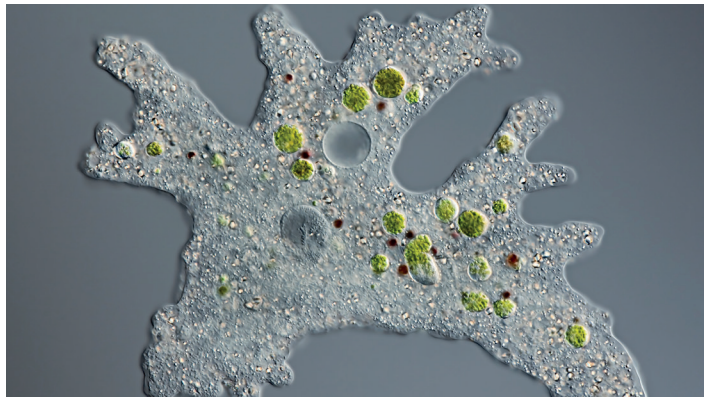


Imagem de microscopia de células mortas de cortiça.

Com o avanço das pesquisas sobre a célula, os cientistas passaram a perceber que elas estavam presentes em diversos seres vivos e que apresentavam características comuns. Em meados do século XIX, o botânico alemão Mathias Schleiden e o zoólogo também alemão Theodor Schwann afirmaram que todos os seres vivos são formados por células. Essa afirmação ficou conhecida como a **Teoria Celular**, que estabelece que a célula é a unidade fundamental dos seres vivos e que tudo que é considerado vivo é formado por células. De fato, todos os seres vivos são formados por células, com exceção dos vírus, que são considerados acelulares.

As células

As células são consideradas as unidades básicas dos seres vivos, porque têm a capacidade de realizar as diversas funções de um organismo, como respiração, digestão, circulação e reprodução. Existem seres formados por uma única célula, os unicelulares, que geralmente são microscópicos. Os seres constituídos por diversas células são denominados multicelulares ou pluricelulares.



Shutterstock

A ameba é um microrganismo formado por uma única célula.



Shutterstock

A acetabulária é uma alga unicelular e visível a olho nu, podendo alcançar até 10 cm de altura.



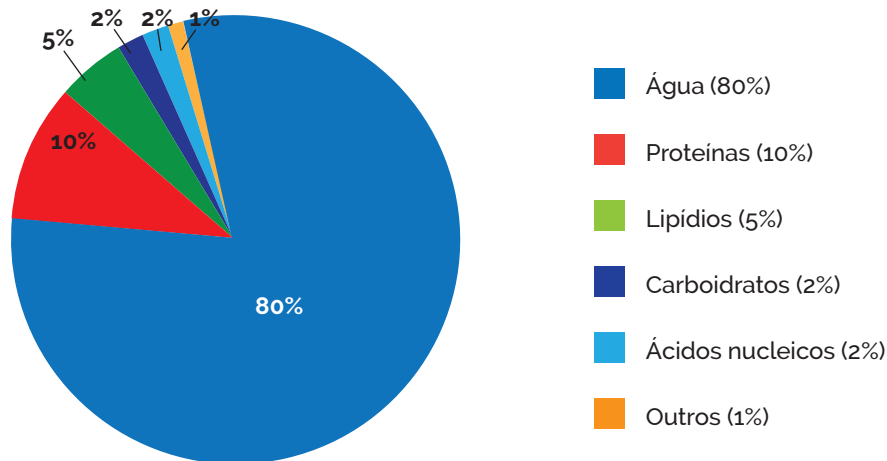
Shutterstock

O rato é um organismo pluricelular, constituído por diversas células.

A química da célula

A célula é a unidade morfofuncional dos seres vivos. Em sua composição química, existem diversas substâncias essenciais em quantidades apropriadas à manutenção do metabolismo.

A composição química da célula pode variar conforme o tipo celular, mas os componentes essenciais são encontrados em todas elas e em todos os seres vivos.



Proporção aproximada das substâncias presentes nas células.

Substâncias inorgânicas

A **água** é a substância mais abundante em todas as células. Ela funciona como solvente, transporta substâncias, participa das reações químicas celulares e atua na regulação térmica de animais e plantas.

Os **sais minerais** são importantes para as células e podem se combinar em ligações iônicas, formando sais solúveis em água. Eles possuem as mais variadas funções, como a condução do impulso nervoso, atuação na coagulação ou na manutenção do equilíbrio hídrico da célula, etc. Os principais sais minerais são o sódio, o potássio, o cálcio, o fósforo, o iodo, o ferro, o magnésio e o cobre.

Substâncias orgânicas

As substâncias orgânicas produzidas pelos seres vivos e presentes nas células são os carboidratos, os lipídios, as proteínas e os ácidos nucleicos.

Os **carboidratos** têm como principal função a obtenção de energia, mas também fazem parte dos ácidos nucleicos e possuem funções estruturais, como a celulose. Os carboidratos mais comuns são a glicose, frutose, galactose, lactose, maltose, amido, glicogênio e celulose.

Os **lipídios** possuem duas propriedades em comum: eles não são solúveis em água e dissolvem-se facilmente em solventes orgânicos. Eles são importantes componentes com funções de regulação térmica, reserva energética, composição da membrana plasmática e precursores de hormônios sexuais. São classificados em glicerídeos, ceras, esteróides e os carotenoides.

As **proteínas** são as substâncias orgânicas mais abundantes da célula; fazem parte das membranas celulares e de outras estruturas encontradas no citoplasma e no núcleo, coordenando quase todos os processos. Apresentam funções enzimáticas, imunitárias (anticorpos) e endócrinas (hormônios), além de controlar e regular funções celulares. São formadas por **aminoácidos**. Existem apenas vinte tipos de aminoácidos, e esses formam toda a qualidade de proteínas. As proteínas, apesar de serem feitas pelos mesmos aminoácidos, diferenciam-se devido à quantidade e combinação desses aminoácidos.

Os **ácidos nucleicos** constituem um grupo de compostos orgânicos essenciais para a vida. São moléculas que regem todo o funcionamento celular, através das informações genéticas transmitidas hereditariamente. São ácidos nucleicos o DNA (ácido desoxirribonucleico) e o RNA (ácido ribonucleico). O DNA está relacionado com a hereditariedade, e o RNA tem funções ligadas à produção de proteínas pelas células.

As **vitaminas** são auxiliares na manutenção das funções biológicas do organismo. Elas participam do metabolismo, atuando na ativação das enzimas, síntese de outras moléculas e acelerando as reações metabólicas.

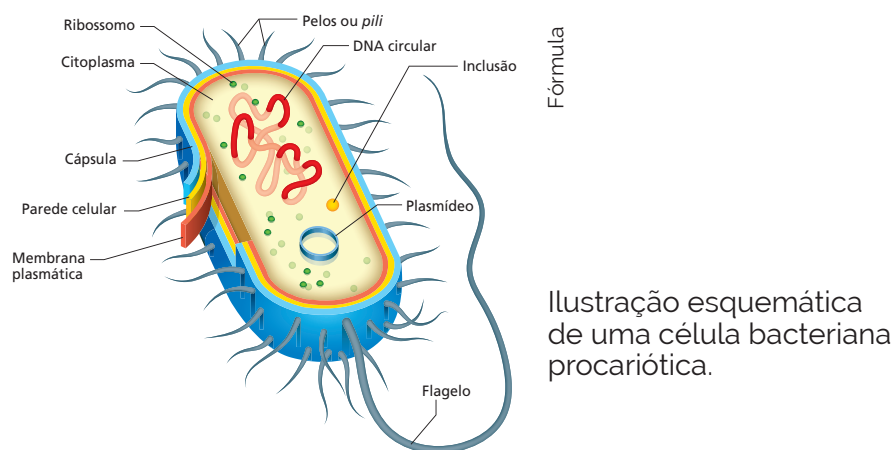
Tipos de células

De acordo com a forma de organização, existem dois tipos principais de células: as procarióticas e as eucarióticas.

Células procarióticas

As células procarióticas são mais simples; não possuem núcleo definido e possuem apenas membrana plasmática e citoplasma. Nelas, o material genético fica espalhado no citoplasma. Outra característica importante das células procariotas é a ausência de organelas formadas por membranas. Os organismos formados por esse tipo de célula são chamados **procariontes**, como as bactérias.

Apesar de sua estrutura mais simples, as células procarióticas realizam as principais funções do metabolismo, como a respiração, a fotossíntese, etc.



Células eucarióticas

As células eucarióticas apresentam membrana plasmática, citoplasma e núcleo. Os seres que apresentam esse tipo de célula são denominados **eucariontes**. A célula é organizada e apresenta diversas organelas com funções diferentes.

Apresentam membrana plasmática, a qual envolve a célula, separando o conteúdo interno do externo e controla a entrada e a saída de substâncias da célula. O citoplasma, que fica entre a membrana plasmática e o núcleo, apresenta aspecto gelatinoso e nele se encontram as organelas, cuja função é desempenhar as funções vitais da célula. O núcleo é o centro de comando da célula, pois é nele que se encontra o DNA.

As **células eucarióticas vegetais** apresentam, praticamente, a mesma estrutura das células eucarióticas animais, com membrana plasmática, citoplasma, organelas citoplasmáticas e núcleo, porém, com algumas diferenças.

A **parede celular**, estrutura espessa e rígida localizada externamente à membrana plasmática, possui funções de proteção e de sustentação da célula vegetal. Os **plastos** são pequenas vesículas responsáveis pela reserva de nutrientes ou de pigmentos. Os cloroplastos são os plastos ricos em clorofila, responsáveis pela absorção de luz e realização da fotossíntese. Os **vacúolos** são pequenas bolsas que atuam no equilíbrio hídrico e armazenamento de nutrientes, pigmentos e resíduos.

As **células eucarióticas animais** apresentam o citoesqueleto, responsável por manter o formato celular. As organelas membranosas são:

Retículo endoplasmático rugoso – apresenta ribossomos aderidos à sua superfície; responsável pela síntese de proteínas, as quais são encaminhadas ao aparelho de Golgi.

Retículo endoplasmático liso – responsável pela síntese de lipídios, os quais são encaminhados ao aparelho de Golgi.

Golgiossomo ou complexo golgiense – responsável pelo armazenamento e distribuição de lipídeos e proteínas, que serão encaminhados para compor a membrana plasmática ou para fora da célula.

Peroxisossomos – responsáveis pelo metabolismo de ácidos graxos e aminoácidos.

Lisossomos – pequenas bolsas responsáveis pela digestão intracelular.

Mitocôndrias – organelas ovaladas responsáveis pela respiração celular aeróbia, a partir da oxidação de compostos orgânicos.

Além das organelas membranosas, há **ribossomos** livres no citoplasma, que atuam na síntese de proteínas para uso interno da célula, e os **centríolos**, que atuam durante a divisão celular.

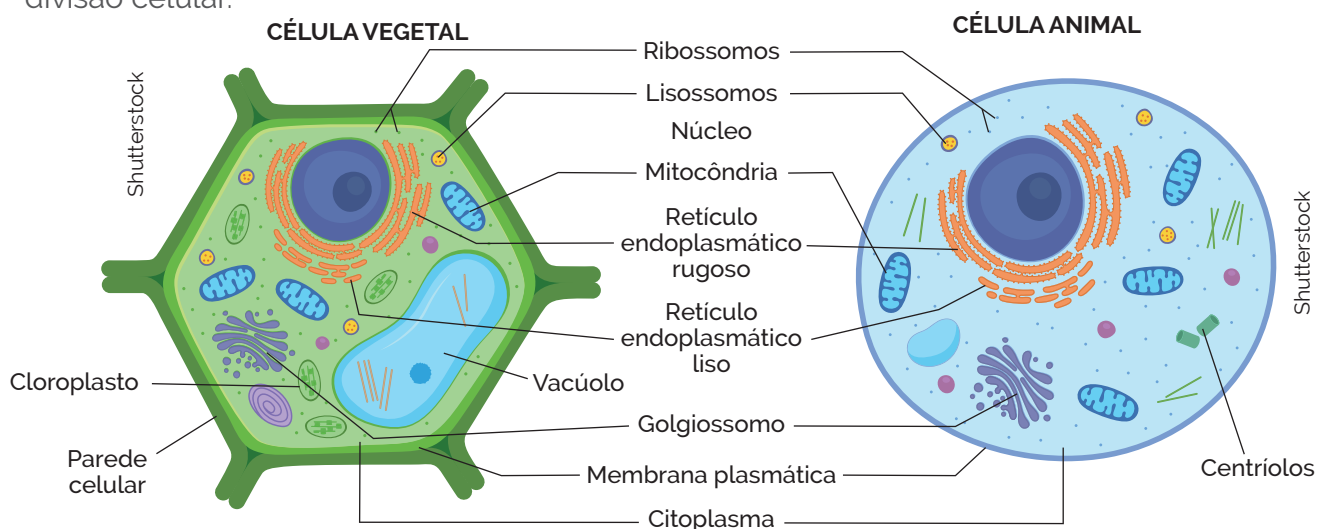


Ilustração esquemática de células eucarióticas vegetal e animal.

Veja no quadro a seguir as principais estruturas das células animais e vegetais:

Estrutura	Célula animal	Célula vegetal
Parede celular	Não	Sim
Membrana plasmática	Sim	Sim
Núcleo	Sim	Sim
Ribossomo	Sim	Sim
Retículo endoplasmático agranular ou liso	Sim	Sim
Retículo endoplasmático granular ou rugoso	Sim	Sim
Complexo Golgiense	Sim	Sim
Peroxisomo	Sim	Sim
Mitocôndria	Sim	Sim
Lisossomo	Sim	Não
Centríolos	Sim	Apenas em alguns grupos
Plastos	Não	Sim
Vacúolo de suco celular	Não	Sim

Metabolismo energético

O metabolismo é o conjunto das atividades metabólicas da célula relacionadas à transformação de energia, como a fotossíntese, a respiração, a fermentação e a quimiossíntese.

Fotossíntese

A fotossíntese é o principal processo autotrófico para produção de alimento, realizado por organismos clorofilados, como plantas, algas, alguns protistas e bactérias fotossintetizantes.

A energia solar é capturada pelas moléculas de clorofila e transformada em energia química. Os seres autótrofos são capazes de produzir a própria matéria orgânica, uma parte da qual será utilizada para a geração de energia.

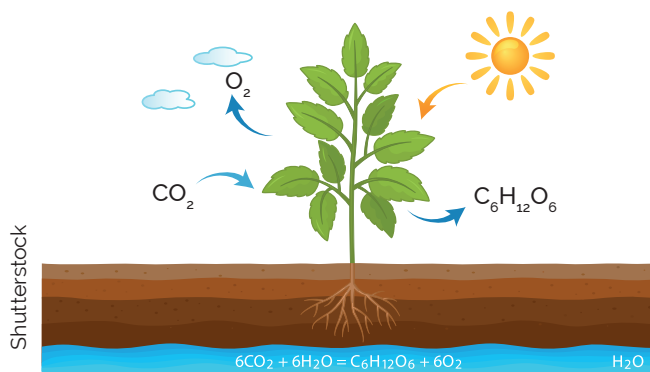
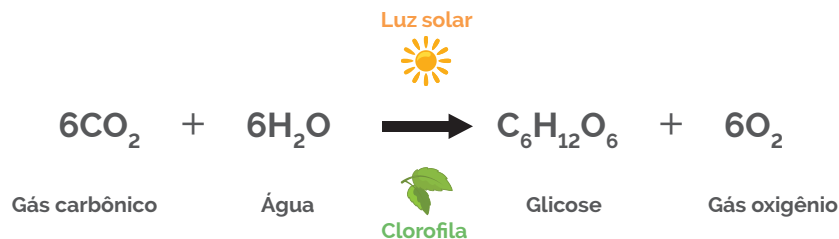


Ilustração mostrando o mecanismo básico da fotossíntese.

A fotossíntese é um processo de formação de matéria orgânica no qual se utiliza energia luminosa, convertendo-a em energia química.

Além da energia luminosa, para realizar a fotossíntese, são necessários dióxido de carbono (CO_2) e água (H_2O) como reagentes, e os produtos gerados são a glicose e gás oxigênio (O_2).

A equação geral da fotossíntese é representada da seguinte forma:



A fotossíntese ocorre em duas etapas, cada uma delas com diversas fases. A etapa **fotoquímica**, chamada de etapa energética ou reações de Hill, é a etapa que ocorre dependente de luz. A etapa **química**, chamada de etapa enzimática ou ciclo de Calvin, é independente da luz, visto que nenhuma de suas reações depende diretamente da luz para ocorrer.

As plantas e algas que realizam a fotossíntese possuem células eucarióticas e, portanto, a fotossíntese ocorre nos **cloroplastos**. No cloroplasto, as reações luminosas ocorrem nas membranas internas da organela. Por outro lado, as reações de fixação de carbono ocorrem no estroma, um fluido denso no interior do cloroplasto

Mitocôndria e respiração celular

As mitocôndrias são organelas encontradas em células eucarióticas, como as de plantas, animais, fungos, algas e protozoários, sendo responsáveis pela respiração celular aeróbica. O número de mitocôndrias nas células depende da atividade da célula, já que é responsável pela produção de ATP através da respiração celular aeróbia. Assim, uma célula que demanda alto gasto de energia apresenta uma quantidade maior de mitocôndrias, enquanto uma célula que gasta pouca energia apresenta menor quantidade dessa organela.

A mitocôndria é delimitada por duas membranas: a membrana externa é lisa e a interna apresenta dobras internas chamadas de cristas mitocondriais.

A membrana interna divide as mitocôndrias em dois compartimentos internos: o espaço intermembrana, localizado entre as membranas externa e interna, e a matriz mitocondrial, que está envolta pela membrana interna e contém várias enzimas que catalisam algumas etapas da respiração celular, além de DNA mitocondrial e ribossomos livres.

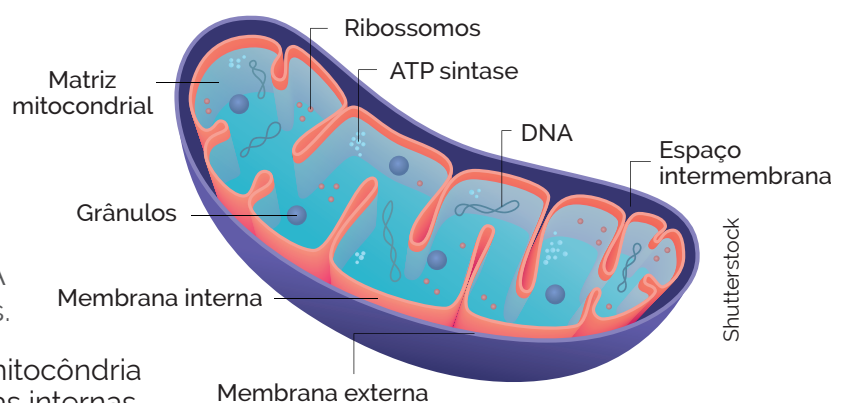


Ilustração de uma mitocôndria e suas estruturas internas.

A energia gerada pela respiração será aproveitada para a produção de ATP, molécula energética utilizada no metabolismo.

$$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{O}_2 \rightarrow 6 \text{CO}_2 + 6 \text{H}_2\text{O} + \text{energia}$$

O processo de respiração celular aeróbia ocorre em três etapas:

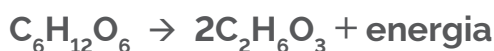
Oxidação do piruvato e ciclo do ácido cítrico (ciclo de Krebs) – a molécula de piruvato entra na mitocôndria e é oxidada para formar um composto chamado acetil (com dois carbonos), que entra na matriz mitocondrial com auxílio da coenzima A para participar do ciclo do ácido cítrico.

Fermentação

A fermentação é pouco eficiente na obtenção de energia, produzindo muito menos ATP do que a respiração, pois ocorre a quebra parcial, resultando em compostos ainda energéticos, como etanol e lactato.

A **fermentação láctica** é observada em algumas espécies de bactérias, como os lactobacilos. Ela também ocorre em alguns tecidos animais na falta de gás oxigênio, como no tecido muscular.

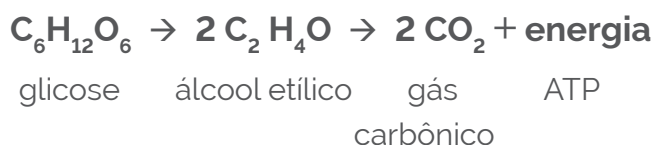
A fermentação láctica pode ser expressa pela seguinte equação:



glicose ácido láctico ATP

22

A fermentação alcoólica pode ser expressa pela seguinte equação:



Quimiossíntese

Existem microrganismos que, apesar de autótrofos, não dependem de luz para sobreviver. São procariotos que utilizam a energia proveniente de reações químicas para a produção de matéria orgânica.

Os principais organismos que realizam a quimiossíntese são as bactérias e as arqueas. As bactérias nitrificantes, que vivem no solo e participam do ciclo do nitrogênio, também realizam quimiossíntese. Além disso, na natureza, encontram-se bactérias que oxidam compostos contendo enxofre e outras que oxidam ferro. Essas bactérias vivem em ambientes muito ácidos ou com baixa disponibilidade de oxigênio.

Resumo

O que é um ser vivo?

Pode parecer muito simples identificar um ser vivo, mas definir a vida não é tão simples assim. Todos os seres vivos apresentam características que são inerentes à vida, como composição química, organização celular, metabolismo, nutrição, reprodução, hereditariedade, desenvolvimento, capacidade de responder a estímulos e evolução.

Os seres vivos são altamente organizados e apresentam níveis hierárquicos, que podem ser ordenados em uma escala do menor componente para o maior.

O **átomo** é a menor unidade da matéria. A união de átomos forma **moléculas**, uma estrutura química com pelo menos dois átomos unidos por ligações químicas, como, por exemplo, o gás oxigênio, o gás carbônico e a água.

As macromoléculas dos seres vivos se organizam e constituem pequenas estruturas que ficam no interior das células. São as **organelas celulares** que desempenham as funções vitais da célula.

A **célula** é a unidade fundamental da estrutura e função dos seres vivos, exceto os vírus. Os seres vivos são formados por **células**, e podem ser unicelulares, quando são formados por uma única célula, ou multicelulares, quando formados por várias células.

Em organismos multicelulares, as células são agrupadas de acordo com a sua origem e com a semelhança das funções que desempenham para formar os **tecidos**. Um conjunto de tecidos forma um órgão, que realiza determinada função, como o estômago, intestino ou coração.

Um conjunto de órgãos que desempenham funções complementares forma um **sistema de órgãos**. O conjunto de vários sistemas de órgãos forma o **organismo**, ou seja, o ser vivo propriamente dito.

As células são muito pequenas para serem observadas a olho nu. Para vê-las, é necessário o uso de um microscópio. Esse aparelho utiliza lentes para aumentar o tamanho da imagem do que estamos observando, permitindo-nos enxergar estruturas muito pequenas.

As células

As células são consideradas as unidades básicas dos seres vivos, porque têm a capacidade de realizar as diversas funções de um organismo, como respiração, digestão, circulação e reprodução.

As **substâncias inorgânicas** presentes na célula são a **água** é a mais abundante de todas as substâncias da célula, e os **sais minerais**, que possuem as mais variadas funções. Os principais sais minerais são sódio, potássio, cálcio, fósforo, iodo, ferro, magnésio e cobre.

As **substâncias orgânicas**, produzidas pelos seres vivos e presentes nas células são os carboidratos, os lipídios, as proteínas e os ácidos nucleicos.

Os **carboidratos** têm como principal função a obtenção de energia, mas também fazem parte dos ácidos nucleicos e possuem funções estruturais, como a celulose. Os carboidratos mais comuns são a glicose, frutose, galactose, lactose, maltose, amido, glicogênio e celulose.

Os **lipídios** são importantes componentes com funções de regulação térmica, reserva energética, composição da membrana plasmática e precursores de hormônios sexuais.

As **proteínas** são as substâncias orgânicas mais abundantes da célula. Apresentam funções enzimáticas, imunitárias (anticorpos) e endócrinas (hormônios), além de controlar e regular funções celulares. São formadas por **aminoácidos**.

Os **ácidos nucleicos** constituem um grupo de compostos orgânicos essenciais para a vida. São moléculas que regem todo o funcionamento celular, através das informações genéticas transmitidas hereditariamente. O DNA está relacionado com a hereditariedade, e o RNA tem funções ligadas à produção de proteínas pelas células.

As **vitaminas** são auxiliares na manutenção das funções biológicas do organismo.

As **células procarióticas** são mais simples; não possuem núcleo definido e possuem apenas membrana plasmática e citoplasma. Os organismos formados por esse tipo de célula são chamados **procariontes**, como as bactérias.

As células eucarióticas apresentam membrana plasmática, citoplasma e núcleo. Os seres que apresentam esse tipo de célula são denominados **eucariontes**.

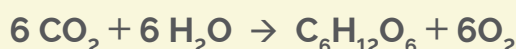
As **células eucarióticas vegetais** apresentam, praticamente, a mesma estrutura das células eucarióticas animais, com membrana plasmática, citoplasma, organelas citoplasmáticas e núcleo, porém, com algumas diferenças. A **parede celular**, os **plastos** e os **vacúolos**.

As **células eucarióticas animais** apresentam o citoesqueleto, responsável por manter o formato celular. As organelas membranosas são: retículo endoplasmático rugoso, retículo endoplasmático liso, complexo golgiense, peroxissomos, lisossomos e mitocôndrias. Além das organelas membranosas, há **ribossomos** livres no citoplasma, e os **centríolos**, que atuam durante a divisão celular.

A **fotossíntese** é o principal processo autotrófico para produção de alimento, realizado por organismos clorofilados, como plantas, algas, alguns protistas e bactérias fotossintetizantes.

A energia solar é capturada pelas moléculas de clorofila e transformada em energia química. Os seres autótrofos são capazes de produzir a própria matéria orgânica, uma parte da qual será utilizada para a geração de energia.

A equação geral da fotossíntese é representada da seguinte forma:



A fotossíntese ocorre em duas etapas, cada uma delas com diversas fases. A etapa **fotoquímica**, e a etapa **química**. As plantas e algas que realizam a fotossíntese possuem células eucarióticas e, portanto, a fotossíntese ocorre nos **cloroplastos**.

A **respiração celular** ocorre nas mitocôndrias, que são organelas encontradas em células eucarióticas, como as de plantas, animais, fungos, algas e protozoários.

A obtenção de energia pela respiração celular aeróbica ocorre pela oxidação de uma molécula orgânica pelo gás oxigênio (O_2). Na maioria dos casos, a molécula orgânica é a glicose ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$). Dessa reação, são produzidos dióxido de carbono (CO_2) e água (H_2O).

A energia gerada pela respiração será aproveitada para a produção de ATP, molécula energética utilizada no metabolismo. O processo da respiração celular aeróbica acontece em três etapas: glicólise, oxidação do piruvato e ciclo do ácido cítrico e fosforilação oxidativa. Observe a equação geral, a seguir.



A **fermentação** é um processo de obtenção de energia, menos eficiente que a respiração, pois ocorre a quebra parcial, resultando em compostos ainda energéticos, como etanol e lactato. A fermentação pode ser láctica ou alcoólica.

A **fermentação láctica** é observada em algumas espécies de bactérias, como os lactobacilos. Ela também ocorre em alguns tecidos animais na falta de gás oxigênio, como no tecido muscular.

A **fermentação alcoólica** é realizada por diversos organismos, como bactérias e fungos. Também pode ocorrer em alguns tecidos vegetais em situações específicas de falta de gás oxigênio.

A **Quimiossíntese** é um processo de produção de matéria orgânica que utiliza a energia proveniente de reações químicas. Os principais organismos que realizam a quimiossíntese são as bactérias e as arqueas.

Avalie o que aprendeu

1. Um indivíduo acende uma lanterna no olho de seu amigo e nota o movimento da pupila do olho. Qual característica dos seres vivos foi observada?

- a) A estrutura celular.
- b) A capacidade de reprodução.
- c) O desenvolvimento.
- d) O crescimento.
- e) A capacidade de resposta a estímulos ambientais.

2. Associe corretamente as duas colunas a seguir:

- | | | |
|----------------|---------------------|--------------|
| a) Anabolismo. | c) Hereditariedade. | e) Evolução. |
| b) Adaptação. | d) Catabolismo. | |

(_____) Conjunto de reações químicas que degradam substâncias orgânicas para obtenção de energia.

(_____) Capacidade do ser vivo de sobreviver em determinado ambiente.

(_____) Conjunto de modificações que uma espécie sofre ao longo do tempo.

(_____) Reações de síntese e de construção do corpo.

(_____) Capacidade dos seres vivos de passarem à sua descendência as características de sua espécie.

3. O metabolismo inclui as reações de catabolismo, que liberam energia e formam moléculas menores que podem ser utilizadas em reações de anabolismo na construção de moléculas maiores, a partir do consumo de energia.

Entre os processos a seguir, assinale a alternativa que mostra, respectivamente, um processo anabólico e um processo catabólico:

- | | |
|-------------------------------|-----------------------------|
| a) Respiração e fotossíntese. | d) Fotossíntese e digestão. |
| b) Digestão e crescimento. | e) Digestão e respiração. |
| c) Respiração e crescimento. | |

4. Analise as afirmações a seguir:

I. A Biologia apresenta profundas relações com outras áreas do conhecimento, como a Física e a Química.

II. Quando as hipóteses são testadas e confirmadas, passam a constituir teorias científicas que, mais tarde, podem ser questionadas com base nos resultados de novas experimentações científicas.

III. A adaptação evolutiva está relacionada a processos que se desenvolveram ao longo do tempo, mantendo apenas as características adquiridas pelo indivíduo em seu ambiente.

Estão corretas as afirmações:

5. Considerando as características gerais dos seres vivos, assinale (V) para a afirmação verdadeira e (F) para a falsa.

(_____) A célula, unidade morfológica e funcional dos seres vivos, possui quatro componentes básicos: membrana plasmática, citoplasma, ribossomos e material genético (DNA), podendo ser classificada como procariótica ou eucariótica.

(_____) O processo de crescimento dos seres vivos pode ocorrer por aumento em peso de sua única célula, nos unicelulares, e por aumento de volume e peso das células, nos multicelulares.

6. (IFCE) Analise as seguintes proposições:

"São encontrados em duas formas: solúveis (encontrados em forma de íons) e insolúveis (fazendo parte de estruturas esqueléticas, etc.) e representam cerca de 1% da composição celular."

a) água e lípidios. c) proteína e lípidios. e) água e sais ácidos.
b) lípidio e sais minerais. d) água e sais minerais.

a) O pâncreas é um órgão e a insulina que ele produz é uma molécula.
b) O sangue é um tecido conjuntivo líquido.
c) As mitocôndrias e os lisossomos são células.
d) A membrana plasmática é um tecido que envolve a célula.
e) O coração é um órgão formado apenas por tecido muscular.

8. (Mackenzie) São substâncias químicas constituídas por aminoácidos, unidas por sucessivas ligações peptídicas, e importantes como nutrientes e com outras funções no nosso organismo. Referimo-nos aos(as):

- a) carboidratos. c) lipídios. e) sais minerais.
b) proteínas. d) vitaminas.

9. Leia as frases a respeito da organização dos seres vivos e complete-as adequadamente.

a) Sabemos que todos os seres vivos, com exceção dos vírus, são formados por células. No entanto, alguns organismos possuem apenas uma célula, enquanto outros possuem milhares. O conjunto de células com estrutura e funções semelhantes recebe o nome

de: _____

b) Constantemente, ao falarmos de anatomia humana, citamos alguns

_____ presentes no corpo, tais como o esquelético e o digestório.

c) Formados por tecidos, os _____ realizam funções específicas que garantem o funcionamento do organismo, como o estômago, que auxilia na digestão.

d) A _____ é a menor unidade funcional de um organismo. É composta por moléculas e organelas (no caso dos eucariontes) diferentes.

e) Compostas pela junção dos átomos por ligações químicas, as _____ formam as substâncias constituintes do corpo humano.

10. (UFRGS) Observe a tira:

Armandinho Alexandre Beck



Shutterstock

BECK, A. Armandinho. Zero Hora. 10 ago. 2015.

A biologia como ciência começou a ser estruturada no século XIX. Assinale com V (verdadeiro) ou F (falso) as afirmações referentes a essa área de conhecimento:

- () As células são unidades estruturais básicas que provêm de células preexistentes.
() Os seres vivos são geneticamente relacionados e capazes de evoluir.
() A maioria das reações químicas que mantêm os organismos vivos ocorre no ambiente extracelular.

() Conclusões obtidas a partir de determinado organismo não podem servir de base para investigações em outros seres vivos.

A sequência correta de preenchimento dos parênteses, de cima para baixo, é:

- a) V – V – F – F.
- b) V – F – V – F.
- c) V – F – F – V.
- d) F – F – V – F.
- e) F – V – V – V.

11. Qual das seguintes organelas está presente em uma célula procariótica?

- a) Mitocôndria.
- b) Ribossomo.
- c) Núcleo.
- d) Cloroplasto.

12. Qual é o critério usado para classificar as células em eucariontes e procariontes? Dê exemplos de cada caso.

13. (UEMA) Os glicídios são as principais fontes de energia diária para seres humanos e são classificados em monossacarídeos, oligossacarídeos e polissacarídeos, de acordo com o tamanho da molécula. Polissacarídeos são polímeros de glicose constituídos fundamentalmente por átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio que desempenham diversas funções essenciais ao bom funcionamento do organismo. Os polissacarídeos mais conhecidos são o glicogênio, a celulose, o amido e a quitina.

As funções atribuídas a essas moléculas são, respectivamente:

- a) estrutural, reserva, estrutural, reserva.
- b) reserva, reserva, estrutural, estrutural.
- c) reserva, estrutural, reserva, estrutural.
- d) estrutural, estrutural, reserva, reserva.
- e) reserva, estrutural, estrutural, reserva.

14. (UFRGS) Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

Os procariotos atuais contêm estruturas também presentes nas células dos eucariotos, tais como _____ e _____. A teoria da _____ descreve de que maneira as células eucarióticas poderiam ter evoluído a partir das procarióticas.

- a) citoesqueleto – mitocôndrias – geração espontânea
- b) parede celular – membrana plasmática – pangênese
- c) complexo Golgiense – ribossomos – pangênese
- d) citoesqueleto – ribossomos – endossimbiose
- e) parede celular – mitocôndrias – endossimbiose

15. (PUC-RJ) Um grupo de pessoas deu entrada em um hospital após ingerir um bolo de aniversário comprado em um estabelecimento comercial. O diagnóstico foi intoxicação causada por uma bactéria do gênero *Salmonella*. Marque a alternativa que indica a descrição correta de uma bactéria.

- a) Um organismo macroscópico, unicelular, eucarionte.
- b) Um organismo microscópico, unicelular, procarionte.
- c) Um organismo microscópico, unicelular, eucarionte.
- d) Um organismo macroscópico, pluricelular, procarionte.
- e) Um organismo microscópico, unicelular, heterotérmico.

16. (FUVEST) Um pesquisador estudou uma célula ao microscópio eletrônico, verificando a ausência de núcleo e de compartimentos membranosos. Com base nessas observações, ele concluiu que a célula pertence a:

- a) uma bactéria.
- b) uma planta.
- c) um animal.
- d) um fungo.
- e) um vírus.

17. Qual é o processo que gera mais ATP: fermentação ou respiração celular aeróbia? Justifique.

18. (UFRGS) A mitocôndria é uma organela da célula eucariótica. Considere as seguintes afirmações sobre essa organela.

- I. A membrana interna forma pregas, possibilitando o aumento da superfície que contém proteínas e enzimas da cadeia respiratória.
- II. A membrana externa apresenta aceptores que participam da glicólise.
- III. Ela está presente em abundância nas células do tecido muscular estriado esquelético.

Quais estão corretas?

- a) Apenas I.
- b) Apenas II.
- c) Apenas I e III.
- d) Apenas II e III.
- e) I, II e III.

19. O ATP é uma molécula que atua como uma moeda energética.

Considere as seguintes afirmativas sobre essa molécula e indique as corretas.

I - O ATP é a principal molécula utilizada por todos os seres vivos para fornecer energia para a realização do trabalho celular e para liberação de calor.

II - A hidrólise da molécula libera energia livre que pode ser utilizada no transporte ativo.

III - A síntese da molécula pode ocorrer na ausência de oxigênio, quando a glicólise é seguida pela fermentação.

Quais estão corretas?

- a) Apenas I.
- b) Apenas II.
- c) Apenas I e III.
- d) Apenas II e III.
- e) I, II e III.

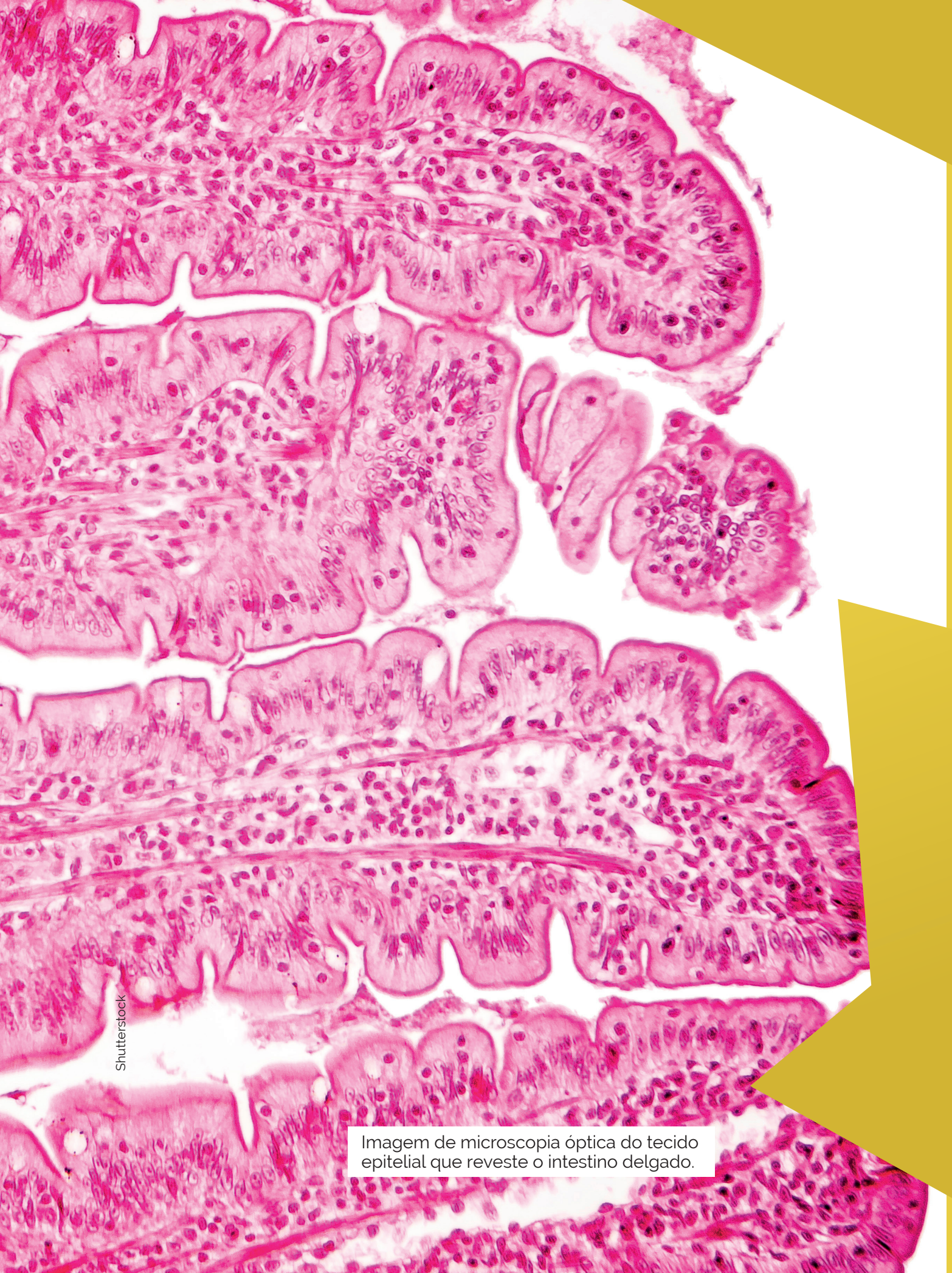
20. (Enem) Há milhares de anos, o homem faz uso da biotecnologia para a produção de alimentos como pães, cervejas e vinhos. Na fabricação de pães, por exemplo, são usados fungos unicelulares, chamados de leveduras, que são comercializados como fermento biológico. Eles são usados para promover o crescimento da massa, deixando-a leve e macia.

O crescimento da massa do pão pelo processo citado é resultante da:

- a) liberação de gás carbônico.
- b) formação de ácido láctico.
- c) formação de água.
- d) produção de ATP.
- e) liberação de calor.

21. Organismos quimiossintetizantes podem ser considerados organismos:

- a) heterotróficos, pois não utilizam a luz para a síntese de compostos orgânicos.
- b) heterotróficos, pois são incapazes de sintetizar compostos orgânicos.
- c) heterotróficos, pois sintetizam compostos orgânicos utilizando como fonte de energia a oxidação de compostos minerais.
- d) autotróficos, pois utilizam a luz como fonte de energia para a produção de matéria orgânica.
- e) autotróficos, pois são capazes de sintetizar compostos orgânicos.



Shutterstock

Imagem de microscopia óptica do tecido epitelial que reveste o intestino delgado.

Capítulo 2

Os tecidos animais

O intestino delgado possui a estrutura de parede típica dos órgãos do tubo digestivo. É um órgão tubular, cuja mucosa que o reveste internamente é caracterizada por apresentar vilosidades intestinais, que são projeções alongadas da mucosa em direção ao interior do órgão. As células colunares altas possuem núcleo na porção basal, sendo que no ápice de cada célula ocorre a formação da borda em escova, composta pelo conjunto de microvilosidades.

Considerando que as células epiteliais do intestino de animais vertebrados realizam duas importantes funções: permitem a entrada de nutrientes em sua porção de contato com a luz intestinal e transportam tais nutrientes para o tecido conjuntivo localizado do outro lado. Pela aparência do tecido de revestimento do intestino delgado visto na imagem, quais características dessas células contribuem para que elas desempenhem suas funções?

Os tecidos animais

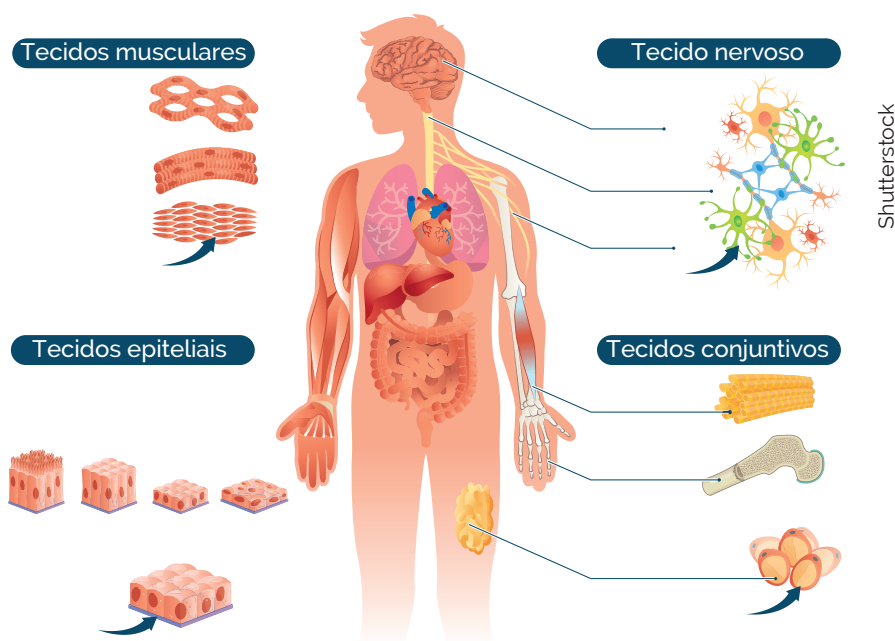
Histologia animal

Você já estudou sobre as células, relacionando sua estrutura, forma e função. Agora estudaremos os conjuntos celulares diferenciados em tecidos. A Histologia é a área da Biologia que estuda a estrutura e as funções dos tecidos.

Todos os tecidos do corpo de um animal são originados dos folhetos germinativos, ectoderma, mesoderma e endoderma, que são tecidos embrionários. Portanto, é a partir dos folhetos germinativos que se originam os tecidos, órgãos e sistemas dos organismos.

Um órgão geralmente é composto por vários tipos de tecidos.

TIPOS DE TECIDOS



A ilustração mostra a localização de alguns tecidos no corpo humano.

Constituição dos tecidos

Os principais componentes dos tecidos são as células e a matriz extracelular.

As células se especializam em determinadas funções. Entre as células dos tecidos está a matriz extracelular, formada por várias substâncias que preenchem os espaços vazios entre as células, conectam os tecidos e os órgãos e sustentam a massa corpórea.

Na matriz extracelular, existem fibras proteicas que dão resistência e elasticidade aos tecidos. Por exemplo, o tecido conjuntivo ósseo apresenta uma matriz formada por muitas fibras colágenas que dão sustentação, pois o colágeno é uma proteína muito resistente.

Tecidos epiteliais

Os tecidos epiteliais têm como principais funções o revestimento, a absorção e a secreção. São formados por células muito próximas umas das outras, entre as quais existe pouca ou nenhuma substância intercelular. Por apresentarem essa característica, muitos epitélios têm função de revestimento interno e externo, proteção e separação de cavidades.

O tecido epitelial é avascular; logo, suas células dependem do oxigênio e dos nutrientes difundidos a partir dos capilares do tecido conjuntivo adjacente.

Quanto à fisiologia geral, os tecidos epiteliais são classificados em dois grupos principais: epitélios de revestimento e epitélios glandulares.

Tecido epitelial de revestimento

A parte externa da pele é denominada epiderme. Suas células constituem o tecido epitelial de revestimento, que reveste e protege externamente o corpo contra lesões, substâncias nocivas e penetração de parasitas.

O tecido epitelial de revestimento pode apresentar algumas especializações. Entre elas estão as **microvilosidades**, que são projeções microscópicas da membrana plasmática, o que aumenta a sua área superficial, como ocorre com o epitélio que reveste a cavidade intestinal. Os **cílios**, que são prolongamentos celulares móveis superficiais, como ocorre no epitélio da traqueia. Eles atuam na movimentação do muco com impurezas vindas da respiração para fora da traqueia.

Esse tecido é um importante elemento estrutural que atua como cobertura para outros tecidos corporais. Além disso, ele recebe estímulos do ambiente pelo fato de se conectar com os nervos sensitivos.

Além da epiderme, há epitélios de revestimento. As **mucosas** revestem as cavidades internas (bucal, nasal, gástrica, anal, entre outras). As **serosas** são membranas que revestem externamente os pulmões (pleura), a parede abdominal (peritônio) e o coração (pericárdio).

Os epitélios de revestimento podem ser classificados de acordo com a disposição das células em uma ou mais camadas, bem como o seu formato na camada superficial. Em alguns deles, as células são achatadas e, em outros, elas são cúbicas ou prismáticas. Em certos tipos de tecidos epitelial, pode haver várias camadas de células; em outros casos, há somente uma camada. Em todos eles, as células mantêm-se firmemente unidas e com pequena quantidade de substância intercelular.

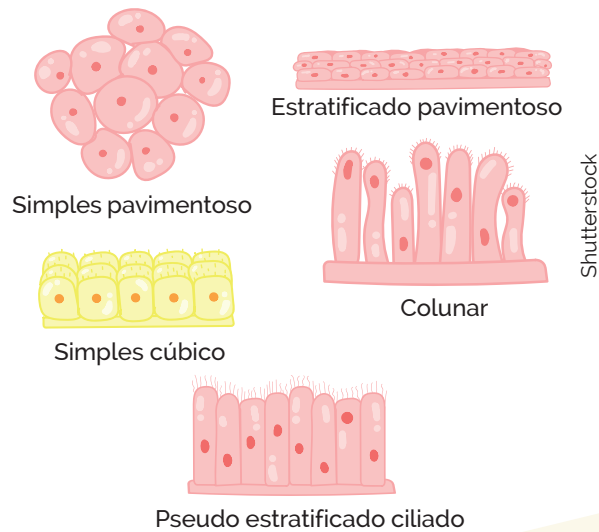


Ilustração de tipos de tecidos epiteliais.

Os epitélios simples são formados por uma única camada celular. Isso ocorre, por exemplo, no revestimento dos vasos sanguíneos (endotélio), nos ovários, no intestino, no estômago, entre outros.

Os epitélios estratificados são constituídos por várias camadas celulares, o exemplo principal é a epiderme humana, o tecido epitelial presente na pele. Abaixo das camadas do tecido epitelial, encontra-se a derme, uma variedade de tecido conjuntivo que apresenta intensa vascularização, responsável pela nutrição e a oxigenação da epiderme. Portanto, a pele é um órgão formado por tecido epitelial e tecido conjuntivo.

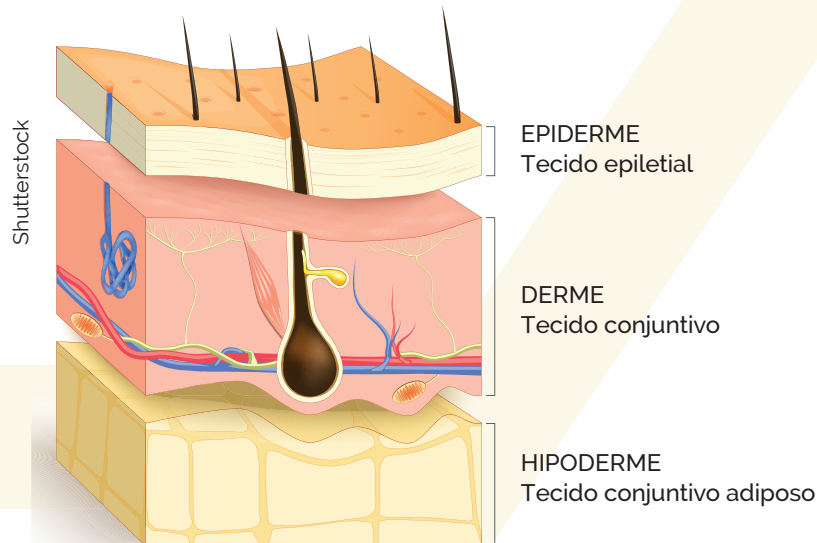


Ilustração da estrutura da pele.

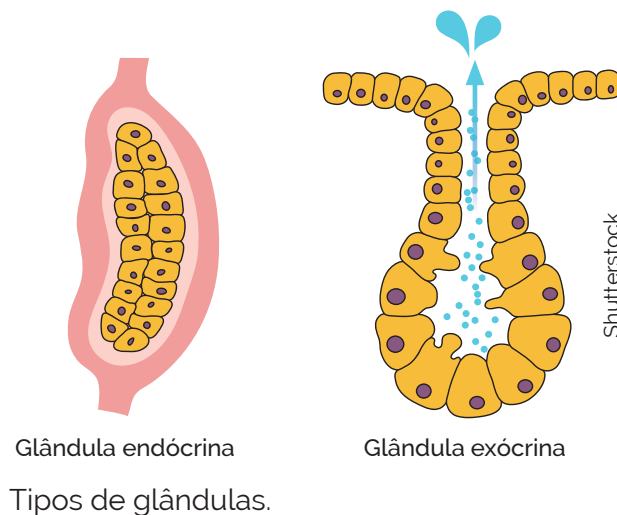
O epitélio pseudoestratificado recebe a denominação de "pseudo" (falso) porque sua única camada apresenta células em que cada uma delas tem o seu núcleo situado em altura diferente, dando a aparência de que existem mais de uma camada celular. Esse tipo de epitélio está presente na traqueia.

Tecidos epiteliais glandulares

Esses epitélios são constituídos por células especializadas na secreção de produtos com composição e função variáveis, formando as glândulas. Elas são classificadas de acordo com o modo de eliminação dos produtos de secreção.

As **glândulas exócrinas** secretam seu produto na superfície ou em cavidades de órgãos ocos do corpo, como as glândulas salivares, lacrimais, sudoríparas, sebáceas e mamárias.

As **glândulas endócrinas** têm seu produto de secreção lançado na corrente sanguínea. As secreções das glândulas endócrinas são os hormônios, substâncias que controlam vários processos metabólicos no organismo. Exemplos incluem a hipófise, glândula tireóide, glândulas paratireóides e suprarrenais.



Tecidos conjuntivos

O tecido conjuntivo encontra-se amplamente distribuído pelo corpo, estando envolvido em diferentes funções, tais como preenchimento, transporte, sustentação, defesa, reserva energética e isolamento térmico.

As células do tecido conjuntivo ficam imersas em uma substância intercelular denominada matriz. A matriz intercelular é formada por fibras colágenas, reticulares e elásticas e também por um conjunto de substâncias, como polissacarídeos, ácido hialurônico, proteínas, etc.

As células e as substâncias intercelulares dos tecidos conjuntivos variam de acordo com suas diversas modalidades. Considerando essa variação e a fisiologia de cada um deles, os tecidos conjuntivos são classificados como tecido conjuntivo propriamente dito, tecido adiposo, tecido cartilaginoso, tecido hematopoiético e tecido ósseo.

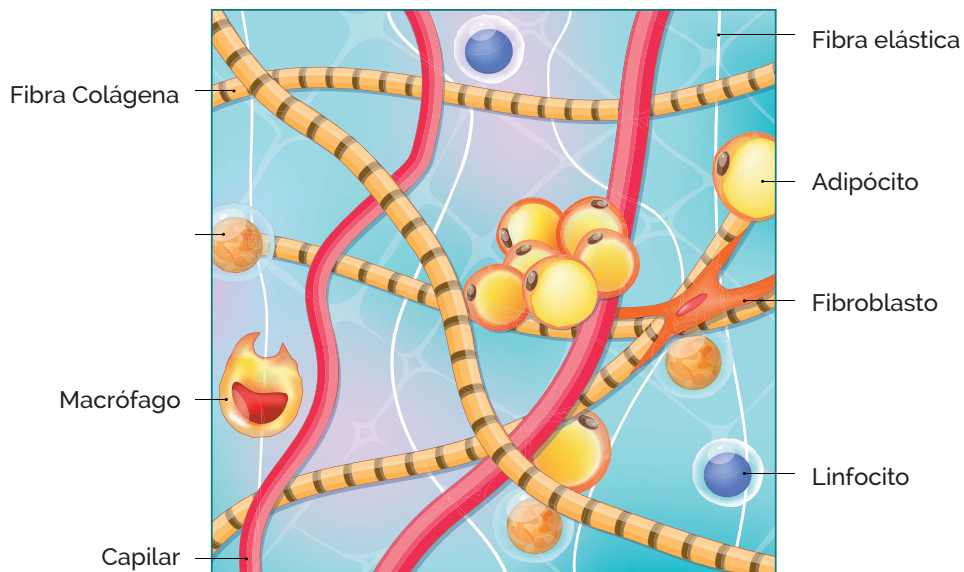


Ilustração mostrando células e fibras dos tecidos conjuntivos.

Tecidos conjuntivos frouxo e denso

O tecido conjuntivo propriamente dito possui uma substância intercelular gelatinosa, suas células ficam espalhadas e, dependendo da quantidade e da disposição de suas fibras, define-se o tipo de tecido conjuntivo.

O tecido conjuntivo **frouxo** apresenta fibras de colágeno e elastina, é pouco resistente às trações e está presente entre as células musculares e na base da epiderme. Por outro lado, o tecido conjuntivo **denso** possui uma maior quantidade de fibras colágenas, é mais resistente e pode ser encontrado nos tendões, que ligam os músculos aos ossos.

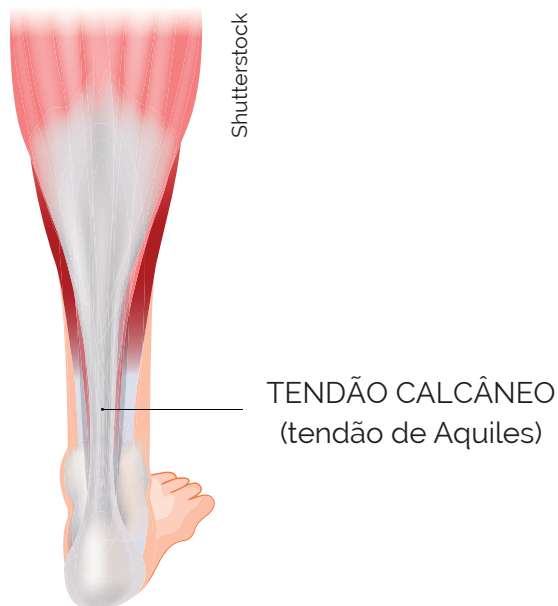


Ilustração mostrando o tendão calcâneo, que é formado por tecido conjuntivo denso.

Tecido conjuntivo adiposo

É um tipo de tecido conjuntivo rico em adipócitos, células que armazenam gordura. O tecido adiposo está espalhado por todo o corpo, predominantemente abaixo da pele e entre os órgãos, e é a maior reserva de energia que possuímos.

O tecido adiposo funciona como um isolante térmico, auxiliando na manutenção da temperatura do corpo. Outra importante função é a proteção contra choques mecânicos, pois esse tecido se localiza entre a pele e os órgãos internos.

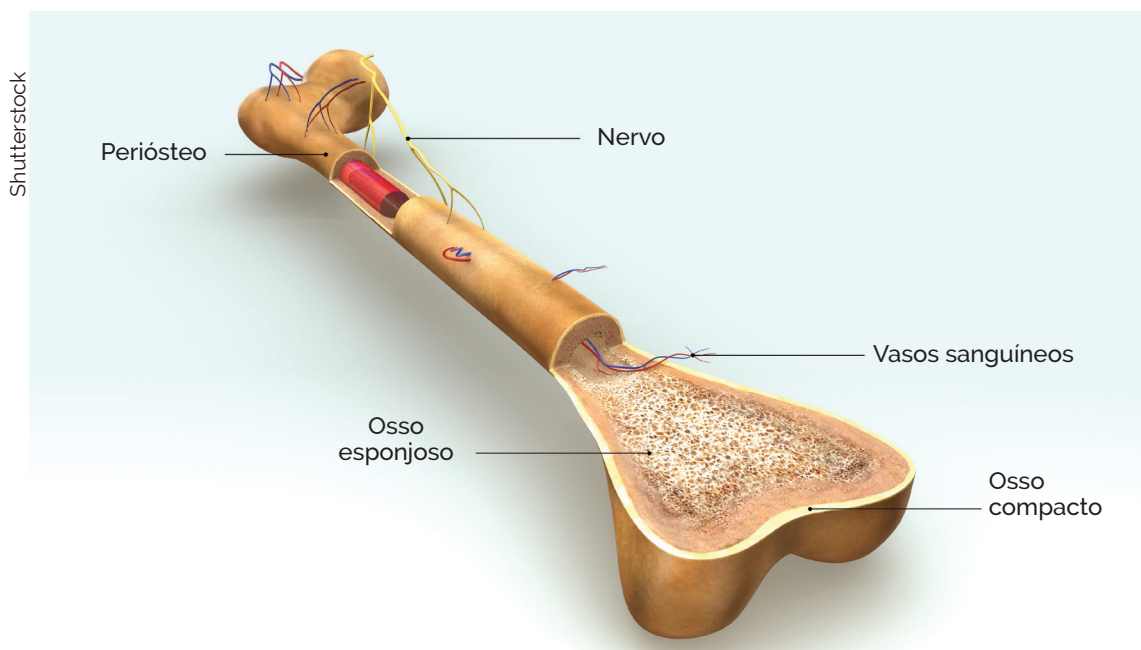
Tecido conjuntivo ósseo

É um tipo de tecido conjuntivo muito resistente e de consistência rígida. Sua substância intercelular é calcificada e chamada de matriz óssea. O cálcio é o principal componente dessa matriz, juntamente com o colágeno. Enquanto o cálcio confere dureza aos ossos, o colágeno lhes garante resistência e elasticidade.

Ele também desempenha funções de sustentação do corpo e proteção de órgãos, como a caixa torácica, que protege o coração e os pulmões; a coluna vertebral, que protege a medula espinhal; e o crânio, que protege o cérebro. Além disso, o tecido conjuntivo ósseo é capaz de suportar grandes pressões, armazenar cálcio e fósforo e forma um sistema de alavancas que aumenta a força gerada pela contração muscular.

As principais células do tecido ósseo são os **osteócitos**, que se situam em cavidades chamadas lacunas; os **osteoblastos**, produtores da parte orgânica da matriz; e os **osteoclastos**, células gigantes, móveis e multinucleadas, que reabsorvem o tecido ósseo, participando dos processos de remodelação óssea.

O tecido ósseo é classificado como **compacto** quando possui poucos espaços ou cavidades visíveis. Se ele apresentar muitas cavidades, é chamado de **esponjoso**.



Estrutura de um osso longo, formado por tecido ósseo.

Tecido conjuntivo cartilaginoso

É um tipo de tecido conjuntivo que apresenta consistência firme, mas não é rígido como o tecido ósseo. Sua função é dar suporte aos órgãos moles e revestir as articulações, absorvendo impactos e facilitando o deslizamento entre os ossos. Esse tecido possui uma grande quantidade de substância intercelular, sendo rica em colágeno e elastina.

Por ser elástico e flexível, sua função está relacionada à sustentação e flexibilidade. Pode ser encontrado no nariz, nas extremidades dos ossos, nas articulações, na orelha externa, na traquéia, nos brônquios e entre as vértebras, além de formar os discos intervertebrais.

De acordo com o tipo e a quantidade de fibras apresentadas, o tecido cartilaginoso pode ser classificado em cartilagens hialina, fibrosa e elástica.



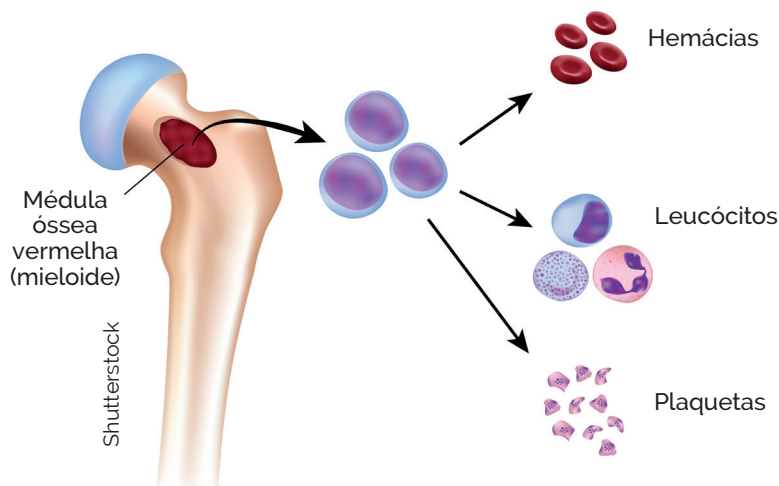
As orelhas são formadas por cartilagem elástica.

Tecido conjuntivo reticular

O tecido conjuntivo reticular é formado por fibras e células reticulares. Tem a função de produzir as células sanguíneas e linfáticas.

O **mieloide** está presente na medula óssea vermelha, que se aloja dentro dos ossos esponjosos. É responsável pela produção de hemácias, certos tipos de leucócitos e de plaquetas. O processo de regulação da produção contínua de células do sangue é chamado de hemocitopoese.

O **linfoide** encontra-se nos linfonodos, no baço, no timo e nas tonsilas (amígdalas), e tem o papel de produzir certos tipos de linfócitos.



A medula óssea vermelha é formada por tecido conjuntivo reticular mieloide e produz células sanguíneas.

Há algum tempo, o sangue era considerado um tipo de tecido conjuntivo; no entanto, atualmente essa classificação não é mais adotada. O sangue é uma mistura líquida que contém água proveniente de outras partes do corpo, não sendo uma substância intercelular produzida por suas células, o que o diferencia de um tecido.

Sangue

O sangue é um fluido que circula pelo sistema circulatório, cujas células são formadas e produzidas no tecido conjuntivo reticular. A olho nu, parece uma mistura homogênea, mas ao microscópio, é possível ver que se trata de uma mistura heterogênea. Nessa mistura, a fase líquida é conhecida como **plasma**, no qual estão mergulhados os **elementos figurados**, que são as células e as plaquetas.

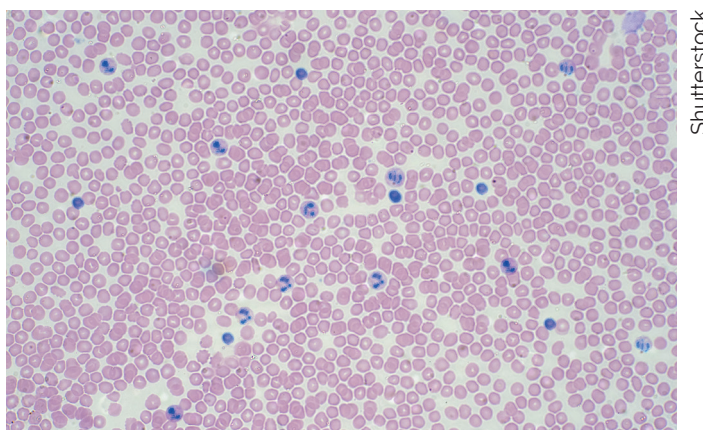


Imagem do sangue visto em microscópio mostrando suas células.

A função principal do sangue é o transporte de oxigênio, nutrientes, remoção do dióxido de carbono e remoção dos produtos de excreção dos tecidos. Além disso, as funções de defesa são intermediadas pelo sangue através dos leucócitos.

O **plasma** é a parte líquida e amarelada que corresponde a 55% do volume total de sangue. É constituído basicamente por água (90%), onde se dissolvem as proteínas (7%), os sais minerais (1%) e vários compostos, como aminoácidos, ácidos graxos, glicose, hormônios, vitaminas e outros.

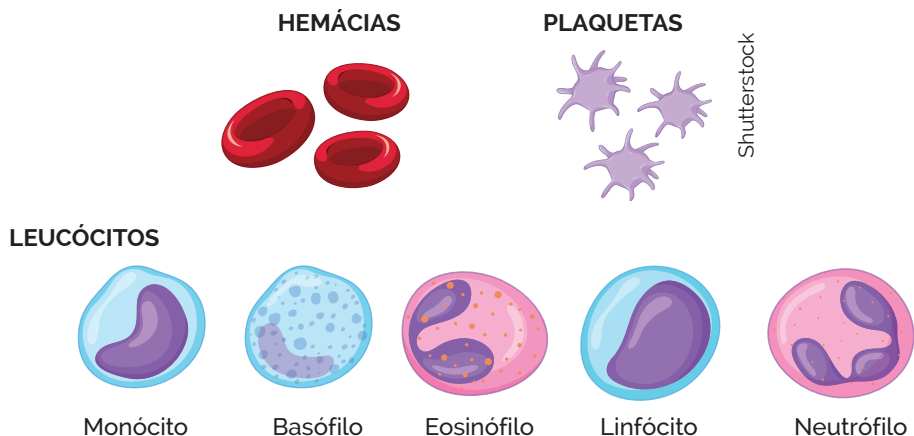
Os **elementos figurados** – são células ou partes celulares que recebem denominações de acordo com suas características e funções.

Hemácias – também denominadas eritrócitos ou glóbulos vermelhos, são células anucleadas de formato bicôncavo e não possuem organelas. Elas contêm o pigmento vermelho hemoglobina e realizam o transporte de oxigênio e dióxido de carbono. Quando uma pessoa está com baixa quantidade de hemácias no exame de sangue, pode ser sinal de anemia.

Leucócitos – ou glóbulos brancos, são células maiores e menos numerosas do que as hemácias. A função dos leucócitos é a defesa do organismo, uma vez que eles auxiliam no combate aos agentes patogênicos que podem provocar doenças ou reações alérgicas. O processo de defesa orgânica ocorre de duas maneiras: por fagocitose e pela produção de anticorpos.

Há duas principais categorias de leucócitos: os **granulócitos**, que contêm grânulos citoplasmáticos (neutrófilos, eosinófilos e basófilos), e os **agranulócitos**, que não apresentam grânulos (linfócitos e monócitos). Se o exame de sangue de uma pessoa indicar um aumento do número de leucócitos, pode estar indicando uma infecção.

Plaquetas – também denominadas trombócitos, são fragmentos anucleados derivados de células gigantes da medula óssea chamadas megacariócitos. Participam dos processos de coagulação do sangue e também promovem a reparação da parede dos vasos sanguíneos quando estes são danificados.

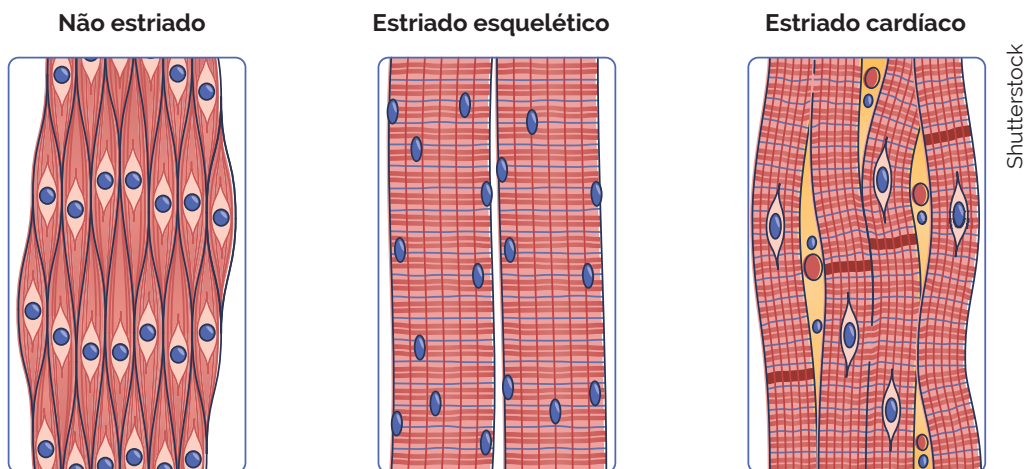


Elementos figurados do sangue.

Tecido muscular

O tecido muscular tem como funções principais auxiliar na locomoção e movimentação dos membros, na motilidade de alguns órgãos, na atividade contrátil do coração e no controle da secreção de algumas glândulas.

As células musculares são alongadas, possuindo uma grande quantidade de proteínas que realizam a contração dos músculos e, como consomem muita energia, essas células apresentam uma grande quantidade de mitocôndrias. Nesse tecido, há pouca substância intercelular.



Tipos de tecidos musculares.

Tecido muscular estriado esquelético

Forma os músculos que movimentam braços, pernas e outras partes do corpo que estão sob controle consciente, ou seja, dependem da nossa vontade para se contraírem. Por isso, são chamados de músculos voluntários.

Tecido muscular estriado cardíaco

Encontra-se no coração e é responsável pela sua contração. O músculo cardíaco é involuntário. Tanto as células musculares esqueléticas quanto as cardíacas são classificadas como estriadas devido à apresentarem estrias transversais.

Tecido muscular não estriado

Também denominado **tecido muscular liso**, é de contração involuntária e não apresenta estrias. É encontrado em órgãos como bexiga, útero, intestino, traqueia, brônquios e aqueles que formam o tubo digestório.

Tecido nervoso

O tecido nervoso forma os órgãos do sistema nervoso, que é um dos sistemas que participam da coordenação das funções dos demais sistemas do corpo.

Tem função sensorial, pois detecta, transmite, analisa e utiliza informações geradas por estímulos sensoriais, quer sejam recebidos do ambiente externo ou do interior do organismo. Esses estímulos sensoriais podem ser de origem térmica, luminosa, elétrica, mecânica e química.

Também é responsável por organizar e coordenar ações motoras, viscerais, endócrinas ou psíquicas a partir de informações sensoriais.

O tecido nervoso está associado à estabilidade de algumas condições vitais para a homeostase, como pressão, equilíbrio hídrico, pH sanguíneo, equilíbrio respiratório, concentrações hormonais, entre outras.

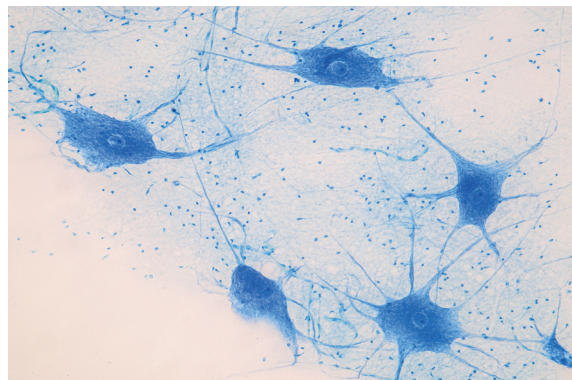
No tecido nervoso, praticamente não existe substância intercelular; é altamente vascularizado. As principais células são os neurônios e as células da glia ou neuróglio.

As células da glia são um conjunto de tipos celulares relacionados com a sustentação e a nutrição dos neurônios.

Neurônios

Os neurônios apresentam um aspecto estrelado com prolongamentos. São células que recebem e transmitem os impulsos nervosos. Essas células constituem a unidade funcional básica do sistema nervoso e podem formar uma rede de aproximadamente 100 bilhões de células em uma pessoa adulta.

Fotomicrografia de neurônios mostrando sua forma estrelada.



Shutterstock

O neurônio é uma célula capaz de receber e gerar estímulos elétricos chamados impulsos nervosos. Esses impulsos podem ser transmitidos para outro neurônio, para um músculo ou para uma glândula. São formados pelo corpo celular, pelos dendritos e pelo axônio.

O **corpo celular** é a região onde está o núcleo e grande parte do citoplasma do neurônio e produz os neurotransmissores, que fazem com que ele realize suas funções.

Os **dendritos** são prolongamentos que saem do corpo celular. São especializados em receber o estímulo do ambiente ou de outros neurônios.

O **axônio** é um prolongamento do corpo celular que transmite o impulso nervoso. Em torno do axônio, existe uma capa chamada bainha de mielina, que forma a maior parte da substância branca do tecido nervoso. Essa bainha permite que os axônios conduzam o impulso nervoso com maior rapidez.

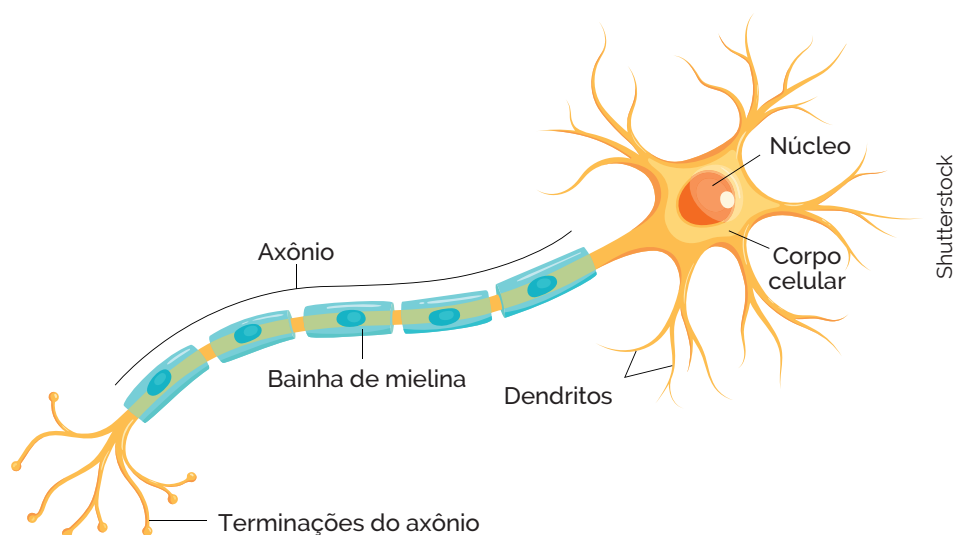


Ilustração de neurônio com indicação de suas partes.

Em casos de lesões nos neurônios, os axônios podem se regenerar com facilidade, desde que os corpos celulares estejam intactos. A regeneração dos corpos celulares é mais difícil.

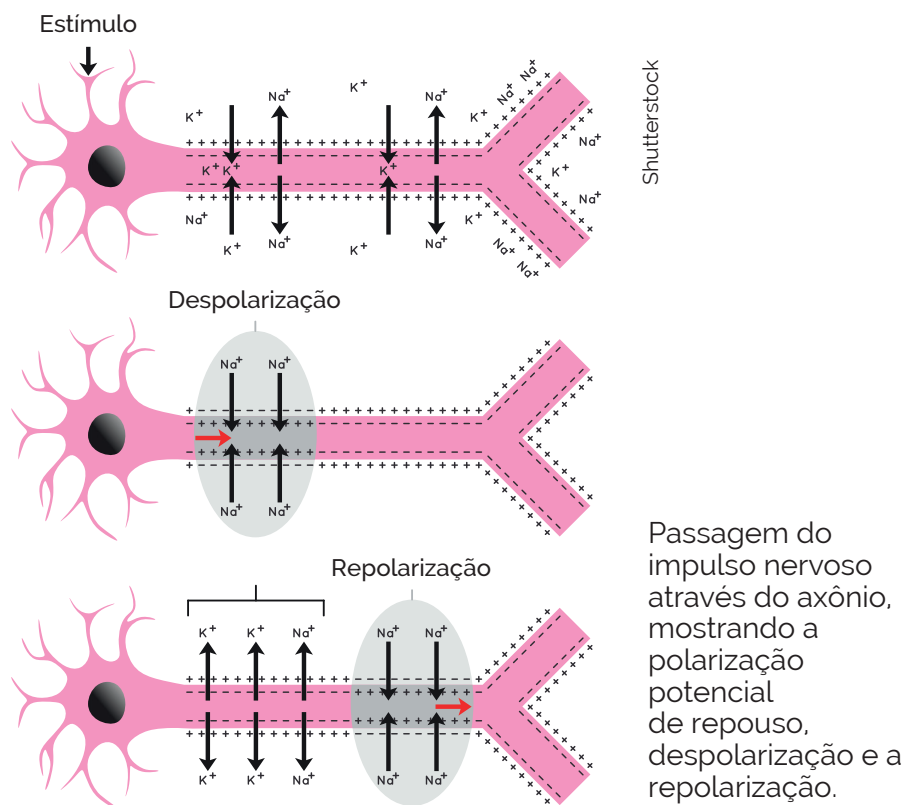
O impulso nervoso

Quando o neurônio está em repouso, ou seja, quando um neurônio não está conduzindo um impulso nervoso, sua membrana celular apresenta uma maior quantidade de íons sódio (Na^+) do lado externo e de íons potássio (K^+) do lado interno. Nessa situação, diz-se que a membrana está polarizada.

Quando um estímulo mecânico, elétrico ou químico chega ao neurônio, pode ocorrer alteração da permeabilidade da membrana celular, permitindo uma inversão das cargas ao redor dessa membrana, que se despolariza.

Essa despolarização propaga-se pelo neurônio, caracterizando o impulso nervoso, que ocorre sempre no sentido dendrito-axônio. Imediatamente após a passagem do impulso, a membrana repolariza e volta ao seu estado de repouso, cessando a transmissão do impulso.

Essa sequência de despolarização segue por todo o neurônio, passando por toda a extensão do axônio e chegando ao terminal do axônio, onde ocorre a sinapse.



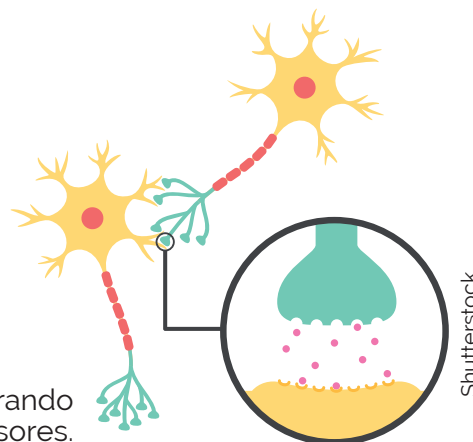
Sinapse

A transmissão do impulso nervoso de um neurônio para outro é realizada por meio da sinapse, região em que ocorre essa transmissão. A sinapse é o ato de transmitir um impulso nervoso de um neurônio para uma célula efetora, seja esta neurônio, glândula, vísceras ou outras células.

A sinapse (química) não é uma região de continuidade citoplasmática, ou seja, não há contato físico entre as células. Para que ocorra a transmissão nervosa, é necessário que uma mensagem química seja liberada para a célula seguinte. Essas mensagens são transmitidas por substâncias denominadas **neurotransmissores** ou mediadores químicos, os quais são secretados no espaço entre as duas células, conhecido como a **fenda sináptica**. Os neurotransmissores são liberados na fenda sináptica e dão origem ao impulso nervoso na célula seguinte.

A célula que envia a mensagem é designada pré-sináptica e a que recebe, pós-sináptica.

Sinapse entre neurônios, mostrando os neurotransmissores.



Resumo

Histologia Animal

A Histologia é a área que estuda a estrutura e as funções dos tecidos. Os órgãos são compostos por vários tipos de tecidos. Os principais **componentes dos tecidos** são as células e as substâncias intercelulares, ou matriz extracelular. Os tecidos animais são agrupados em 4 tipos: epiteliais, conjuntivos, musculares e nervosos.

Tecidos epiteliais

Os tecidos epiteliais têm como principais funções o revestimento, a absorção e a secreção. São formados por células muito próximas umas das outras, entre as quais existe pouca ou nenhuma substância intercelular. Têm função de revestimento interno e externo, proteção e separação de cavidades. Eles podem ser:

Tecido epitelial de revestimento – que apresenta algumas especializações, como as microvilosidades, os cílios, entre outras. Esse tecido é um importante elemento estrutural que atua como cobertura para outros tecidos corporais. São epitélios de revestimento a **epiderme**, as **mucosas** e as **serosas**.

Os epitélios de revestimento podem ser classificados de acordo com a disposição das células em uma ou mais camadas, bem como o seu formato na camada superficial.

Tecidos epiteliais glandulares – são constituídos por células especializadas na secreção de produtos com composição e função variáveis, formando as glândulas. Estas glândulas podem ser **exócrinas**, quando secretam seu produto na superfície ou em cavidades de órgãos do corpo, como as glândulas salivares, lacrimais, sudoríparas, sebáceas e mamárias.

As **glândulas endócrinas** – têm seu produto de secreção lançado na corrente sanguínea. As secreções das glândulas endócrinas são os hormônios.

Tecidos conjuntivos

O tecido conjuntivo encontra-se amplamente distribuído pelo corpo, estando envolvido em diferentes funções, tais como preenchimento, transporte, sustentação, defesa, reserva energética e isolamento térmico.

As células do tecido conjuntivo ficam imersas em uma substância intercelular denominada matriz. A matriz intercelular é formada por fibras colágenas, reticulares e elásticas e também por um conjunto de substâncias, como polissacarídeos, ácido hialurônico, proteínas, etc.

O **tecido conjuntivo frouxo** – apresenta fibras de colágeno e elastina, é pouco resistente às trações e está presente entre as células musculares e na base da epiderme.

O **tecido conjuntivo denso** – possui uma maior quantidade de fibras colágenas, é mais resistente e pode ser encontrado nos tendões, que ligam os músculos aos ossos.

O **tecido conjuntivo adiposo** – é rico em adipócitos, células que armazenam gordura. O tecido adiposo funciona como um isolante térmico, auxiliando na manutenção da temperatura do corpo. Outra importante função é a proteção contra choques mecânicos, pois esse tecido se localiza entre a pele e os órgãos internos.

O **tecido conjuntivo ósseo** – é muito resistente e de consistência rígida. Sua substância intercelular é calcificada e chamada de matriz óssea. O cálcio é o principal componente dessa matriz, juntamente com o colágeno. Apresenta funções de sustentação do corpo e proteção de órgãos, como a caixa torácica, que protege o coração e os pulmões; a coluna vertebral, que protege a medula espinhal; e o crânio, que protege o cérebro.

O **tecido conjuntivo cartilaginoso** – apresenta consistência firme, mas não é rígido como o tecido ósseo. Sua função é dar suporte aos órgãos moles e revestir as articulações, absorvendo impactos e facilitando o deslizamento entre os ossos. Esse tecido possui uma grande quantidade de substância intercelular, sendo rica em colágeno e elastina. De acordo com o tipo e a quantidade de fibras apresentadas, o tecido cartilaginoso pode ser classificado em cartilagens hialina, fibrosa e elástica.

O **tecido conjuntivo reticular** – é formado por fibras e células reticulares. Tem a função de produzir as células sanguíneas e linfáticas. O **mieloide** está presente na medula óssea vermelha, que se aloja dentro dos ossos esponjosos. É responsável pela produção de hemácias, certos tipos de leucócitos e de plaquetas. O **linfoide** encontra-se nos linfonodos, no baço, no timo e nas tonsilas (amígdalas), e tem o papel de produzir certos tipos de linfócitos.

O **sangue** é um fluido que circula pelo sistema circulatório, cujas células são formadas e produzidas no tecido conjuntivo reticular. A função principal do sangue é o transporte de oxigênio, nutrientes, remoção do dióxido de carbono e remoção dos produtos de excreção dos tecidos. Além disso, as funções de defesa são intermediadas pelo sangue através dos leucócitos.

O **plasma** é a parte líquida e amarelada que corresponde a 55% do volume total de sangue. É constituído basicamente por água, proteínas, sais minerais e vários compostos, como aminoácidos, ácidos graxos, glicose, hormônios, vitaminas e outros. As hemácias, ricas em hemoglobina, realizam o transporte de oxigênio e dióxido de carbono. Os **leucócitos** têm função de defesa do organismo, uma vez que eles auxiliam no combate aos agentes patogênicos que podem provocar doenças ou reações alérgicas. As **plaquetas** são fragmentos anucleados derivados de células gigantes da medula óssea chamadas megacariócitos. Participam dos processos de coagulação do sangue.

Tecido muscular

Tem como funções principais auxiliar na locomoção e movimentação dos membros, na motilidade de alguns órgãos, na atividade contrátil do coração e no controle da secreção de algumas glândulas.

As células musculares são alongadas, possuem grande quantidade de proteínas que realizam a contração dos músculos. O **tecido muscular estriado esquelético** forma os músculos que movimentam partes do corpo e realizam movimentos voluntários. O tecido muscular estriado cardíaco encontra-se no coração e é responsável pela sua contração. O músculo cardíaco é involuntário. O **tecido muscular não estriado** ou **liso**, é de contração involuntária e não apresenta estrias. É encontrado em órgãos como bexiga, útero, intestino, traqueia, brônquios e aqueles que formam o tubo digestório.

Tecido nervoso

Forma os órgãos do sistema nervoso, que é um dos sistemas que participam da coordenação das funções dos demais sistemas do corpo. Tem função sensorial, é responsável por organizar e coordenar ações motoras, viscerais, endócrinas ou psíquicas a partir de informações sensoriais. O tecido nervoso está associado à estabilidade de algumas condições vitais para a homeostase, como pressão, equilíbrio hídrico, pH sanguíneo, equilíbrio respiratório, concentrações hormonais, entre outras. As principais células são os neurônios e as células da glia.

Os **neurônios** apresentam um aspecto estrelado com prolongamentos. São células que recebem e transmitem os impulsos nervosos. São formados pelo corpo celular, pelos dendritos e pelo axônio.

O **impulso nervoso** é a corrente elétrica que percorre o axônio com o objetivo de transmitir uma informação. Esse processo ocorre em decorrência da despolarização que se desenvolve ao longo da membrana do neurônio. A transmissão do impulso nervoso de um neurônio para outro, ou entre eles, é realizada por meio da sinapse, uma região onde essa transmissão ocorre.

Avalie o que aprendeu

1. Quais são as principais características necessárias para definir um tecido e diferenciá-lo?

2. Existem vários tipos de tecidos no corpo humano, cada um com uma função específica. Leia a descrição e identifique o tipo de tecido.

a) Um tecido em especial destaca-se pela sua capacidade de captar os estímulos do meio e emitir respostas.

b) São tecidos que apresentam diferentes tipos celulares e muita substância intercelular abundante, sendo encontrados em diversas partes do corpo.

c) Apresenta células muito próximas umas das outras, com uma quantidade de substância intercelular extremamente reduzida.

d) Caracteriza-se por apresentar capacidade de contração, que pode ser voluntária ou involuntária.

3. (UECE) Na espécie humana, o tipo de tecido conjuntivo que forma o Tendão de Aquiles é:

- a) cartilaginoso.
- b) denso modelado.
- c) adiposo.
- d) ósseo.

4. (UECE-2005) Para serem atravessadas pelos nutrientes, as células intestinais se apresentam:

- a) pavimentosas, dando ao nutriente a oportunidade de percorrer uma pequena distância.
- b) esféricas, para absorver nutrientes de todas as direções .
- c) cúbicas, distribuindo o suco entérico uniformemente.
- d) prismáticas com microvilosidades, para aumentar a superfície de absorção dos nutrientes.

5. Nos animais vertebrados, há um tecido formado por células e por material intercelular, a matriz. Esta é constituída por 65% de substâncias inorgânicas (fosfato de cálcio, fosfato de magnésio e carbonato de cálcio) e 35% de substâncias orgânicas (fibras colágenas e mucopolissacarídeos).

A descrição acima refere-se ao tecido conjuntivo:

- a) adiposo.
- b) sanguíneo.
- c) ósseo.
- d) cartilaginoso.
- e) denso

6. (PUCRJ) O tecido epitelial tem como função fazer o revestimento de todos os órgãos do corpo. Neste sentido, pode-se afirmar que:

- a) é ricamente vascularizado.
- b) suas células são anucleadas.
- c) suas células encontram-se justapostas.
- d) apresenta junções celulares como sinapses.
- e) possui grande quantidade de substância intercelular.

7. Sobre o tecido sanguíneo, responda às questões a seguir.

a) As hemácias (glóbulos vermelhos) são células ricas em hemoglobina, presentes em grande quantidade no sangue. Qual é a função dessas células?

b) Uma pessoa estava sentindo cansaço, tonturas e falta de ar. Fez um exame de sangue que indicou uma redução no número de glóbulos vermelhos. Qual doença ela pode apresentar? Pesquise o que pode ter causado esse problema.

c) Qual é o componente encontrado em maior quantidade no plasma sanguíneo?

d) A análise de um hemograma (exame de sangue) indicou um número muito elevado de leucócitos. Sabendo as funções desses elementos no sangue, crie uma hipótese para os valores encontrados.

8. (UECE) Todas as células do sangue são originadas na medula óssea vermelha a partir das células indiferenciadas, mas, ao final do processo de diferenciação celular, assumem formas e funções especializadas. Dentre as células sanguíneas listadas abaixo, as que possuem a função de defesa, de coagulação e de transporte de oxigênio, respectivamente, são:

- a) trombócitos, neutrófilos, hemácias.
- b) plaquetas, eritrócitos, leucócitos.
- c) eosinófilos, leucócitos, hemácias.
- d) leucócitos, trombócitos, eritrócitos.

9. (UFSC) Os tecidos conjuntivos são responsáveis, basicamente, pelo preenchimento dos espaços entre estruturas do nosso organismo.

Indique a(s) proposição(ões) que é(são) verdadeira(s), em referência a esses tecidos.

(01) A pele e as glândulas são exemplos de estruturas formadas, exclusivamente, por esses tecidos.

(02) São ricos em substância intersticial.

(04) O tecido adiposo localiza-se abaixo do tecido muscular.

(08) O tecido ósseo apresenta substância intersticial muito fluida.

(16) O colágeno é uma proteína produzida por células do tecido conjuntivo propriamente dito.

(32) O tecido cartilaginoso forma o pavilhão da orelha e os anéis da traqueia.

Indique como resposta a soma dos números associados às proposições corretas.

10. (UECE) Sabe-se que a deficiência na produção de serotonina pode ser uma das causas do estado depressivo dos adolescentes, conforme indicam pesquisas no campo da psiquiatria. Esta substância é um neurotransmissor, sendo liberada na seguinte região do neurônio, para que o impulso nervoso se propague:

a) corpo celular.

b) terminal sináptico do dendrito.

c) bainha de mielina do axônio.

d) terminal sináptico do axônio.

11. Um organismo é constituído por quatro tecidos básicos: o epitelial, o conjuntivo, o muscular e o nervoso, os quais se combinam e se especializam formando os órgãos e os sistemas. A partir da classificação básica dos tecidos, associe as duas colunas, relacionando o tipo de tecido e suas principais funções.

1. Epitelial.

2. Conjuntivo.

3. Muscular.

4. Nervoso.

() Apoio, estrutura, coesão e proteção.

() Geração e transmissão de impulsos nervosos e secreção.

() Revestimento de superfícies e cavidades e secreção.

() Contração e movimento.

A sequência CORRETA dessa associação é:

a) 2, 3, 1 e 4.

d) 4, 2, 1 e 3.

b) 2, 4, 1 e 3.

e) 2, 4, 3 e 1.

c) 3, 4, 1 e 2.

12. (UEA) Atendendo à solicitação de seu professor de Biologia, João redige uma dissertação sobre o tema proposto: o tecido ósseo. Um dos conceitos emitidos pelo aluno estava errado, o que impediu que obtivesse nota máxima. Entre as ideias expressas por João, relacionadas nas alternativas abaixo, assinale a que contém o erro.

- a) O tecido ósseo é formado por células vivas e material intercelular rico em colágeno.
- b) Os ossos têm função esquelética, protetora e contêm o tecido hematopoiético.
- c) Ossos e cartilagens são semelhantes porque possuem células espalhadas em abundante material intercelular.
- d) O tecido ósseo tem baixo poder de regeneração porque é rígido e calcificado.
- e) O tecido ósseo possui vasos sanguíneos que garantem a sobrevivência das células que o constituem, garantindo o aporte de O₂ e nutrientes.

13. (UDESC) O organismo animal é constituído por um conjunto de tecidos que formam diferentes órgãos. Em relação a esses tecidos, é incorreto afirmar que o tecido:

- a) conjuntivo possui riqueza de material (matriz) extracelular, com numerosas fibras de colágeno, reticular e elastina, que oferecem preenchimento e sustentação dos órgãos.
- b) ósseo apresenta riqueza de cálcio e fosfato e oferece proteção a alguns órgãos importantes, como o pulmão e o cérebro.
- c) muscular é constituído por fibras proteicas, muitos vasos sanguíneos e ausência de nervos.
- d) capaz de realizar as funções de revestimento e secreção é o tecido epitelial.
- e) adiposo possui células que podem estar agrupadas ou isoladas no organismo, e está relacionado ao armazenamento de energia e proteção térmica.

14. (UNIFRAN) Em um único neurônio, a ordem correta em que ocorre a propagação do impulso nervoso é:

- a) corpo celular → dendritos → axônios.
- b) dendritos → axônios → corpo celular.
- c) axônios → dendritos → corpo celular.
- d) dendritos → corpo celular → axônios.
- e) axônios → corpo celular →

15. (UEG) A pele é um órgão importante na manutenção do metabolismo basal nos mamíferos e apresenta uma complexidade em células especializadas e de diferentes tipos de tecidos. A respeito do assunto, responda ao que se pede.

- a) Quais são os tecidos constituintes desse órgão?

b) Relacione a função das glândulas presentes na pele enquanto característica adaptativa dos mamíferos ao ambiente terrestre.

16. (Udesc) A famosa gordura localizada é uma das principais razões que levam as pessoas para as academias de ginástica. Ela é formada por camadas de tecido adiposo, que se desenvolvem em certos locais do corpo (quadris, abdômen, etc.) de maneira acentuada. Contudo, todo o nosso corpo é envolvido, mais ou menos, por uma camada de gordura que fica abaixo da pele. Com base nessa afirmativa, responda:

a) Como são denominadas as células desse tecido e qual é a substância orgânica que armazenam?

b) A presença desse tecido é importante para o metabolismo do organismo. Comente sobre uma função do tecido adiposo existente em nosso corpo.

17. Por que se pode dizer que, na maioria dos casos, não há um verdadeiro contato entre dois neurônios?

18. Explique as seguintes afirmações com relação aos impulsos nervosos.

a) A passagem do impulso nervoso ao longo de um neurônio é um fenômeno elétrico.

b) Entre dois neurônios, a passagem do impulso é um fenômeno químico.



Acelere o Saber

mais

CIÊNCIAS DA NATUREZA

FÍSICA



AdobeStock

Lançamento de um foguete.

Capítulo 1

Força, movimento e leis de Newton

Com os princípios básicos que estudaremos neste capítulo, a humanidade foi capaz de enviar seres humanos à Lua e diversas naves não tripuladas para exploração dos espaços mais longínquos do Sistema Solar. O foguete da imagem é impulsionado para cima ao queimar o combustível e jogá-lo para baixo, um princípio básico de força que veremos neste capítulo.

Nosso estudo será focado em discutir os movimentos considerando suas causas. Dessa forma, abordaremos a relação entre força e movimento, conheceremos as Leis de Newton da Dinâmica e algumas das principais forças mecânicas.

Força, movimento e leis de Newton

Força e movimento

No cotidiano, utilizamos a palavra **força** em diferentes contextos. Podemos dizer que uma pessoa é forte, que o cheiro de um perfume é forte, que o café está forte, dentre diversos outros exemplos. Mas fisicamente, como definimos essa grandeza?

Na Física, a força é uma grandeza física vetorial caracterizada pelos efeitos que provoca na interação entre dois corpos, podendo ser:

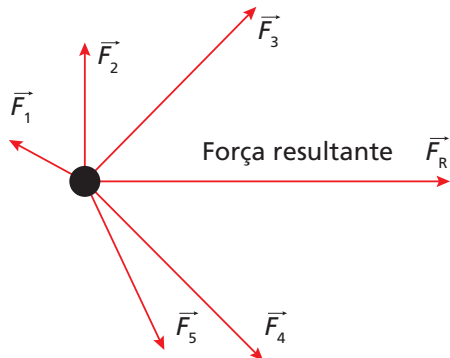
- **efeito dinâmico:** pela ação da força, o corpo tem sua velocidade vetorial alterada (em módulo, direção ou sentido);
- **efeito estático:** pela ação de uma força, o corpo é deformado.

A força sempre surge da interação de pelo menos dois corpos. Quando eles agem diretamente um com o outro, ao empurrarmos um móvel, por exemplo, dizemos que a força é de contato; e quando a interação dos corpos acontece à distância, por exemplo, um corpo qualquer caindo sob ação da gravidade, temos uma força de campo.



Como a força é vetorial, ao aplicarmos uma força para abrir uma porta, por exemplo, devemos além da intensidade apropriada, aplicar a força em uma direção e sentido favorável a abertura da porta.

Um conceito muito importante a se destacar é o de força resultante, pois ele permeará nosso estudo na dinâmica e está relacionado às regras de soma vetorial que vimos anteriormente.



A força resultante é a soma de todas as forças que agem sobre o corpo.

Atividades resolvidas

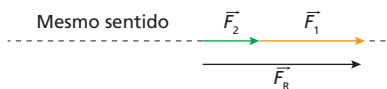
R1. Como a força é uma grandeza vetorial, as regras das operações com vetores são válidas para ela, sendo muitas vezes necessárias. Sabendo disso, some vetorialmente os vetores a seguir, indicando o módulo da força resultante:

a) Mesmo sentido $\vec{F}_2$ $\vec{F}_1$ -----

b) Sentidos contrários $\vec{F}_2$ $\vec{F}_1$ -----

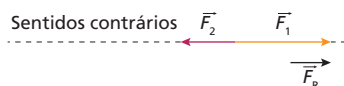
Resolução

a) Nesse caso:



O módulo do vetor resultante será: $F_R = F_1 + F_2$.

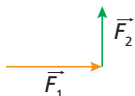
b) Nesse caso:



O módulo do vetor resultante será: $F_R = F_1 - F_2$.

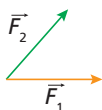
Atividades

1. Efetue a soma dos vetores de intensidade F_1 e F_2 a seguir, que são perpendiculares entre si, indicando também o cálculo de sua intensidade.



Dica: aplique a regra do polígono e o teorema de Pitágoras.

2. Realize a soma dos vetores de intensidade F_1 e F_2 a seguir, que estão em direção com ângulo θ entre si, indicando também o cálculo de sua intensidade.



Dica: aplique a regra do paralelogramo e a lei dos cossenos.

Leis de Newton

Na dinâmica que começamos a estudar neste capítulo, nos preocupamos em descrever os movimentos considerando suas causas. O estudo dessa área da física foi desenvolvido, principalmente, pelo físico e matemático inglês Isaac Newton (1643–1727). A base dos estudos de Newton está nas três leis da dinâmica, chamadas de Leis de Newton.

Lei da Inércia (primeira lei)

Em sua primeira lei, Newton estabeleceu que:

Se a força resultante que age sobre um corpo for nula ou na ausência de forças agindo sobre ele, o corpo permanecerá em repouso ou em um movimento retilíneo uniforme (MRU).

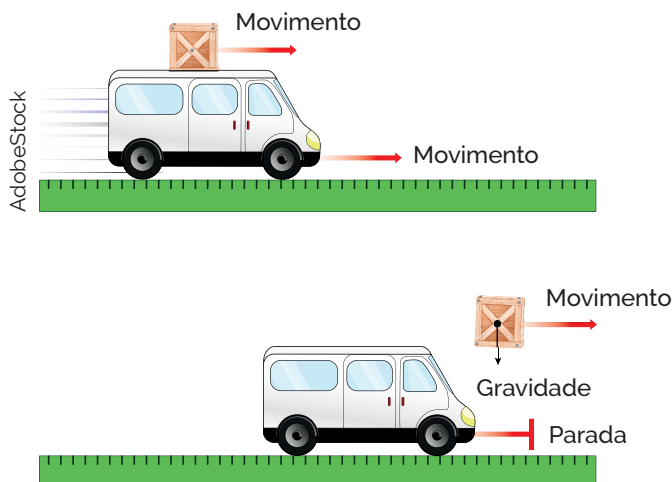
Essa lei baseia-se no conceito de inércia, estudada anteriormente pelo físico italiano Galileu Galilei, predecessor de Newton, que definiu inércia como a capacidade intrínseca a qualquer corpo que possui massa de conservar sua velocidade vetorial. Portanto, para alterar o estado de movimento ou de repouso de um corpo, é necessário a ação de uma força resultante não nula sobre ele.



Devido à inércia, quando um veículo está parado e começa a se movimentar para a frente, nosso corpo tende a ir para atrás, pois busca manter seu estado de repouso. Por outro lado, quando estamos em movimento com o veículo e ele freia bruscamente, somos lançados para frente, já que nosso corpo tende a manter sua velocidade.

Atividades resolvidas

R2. Um entregador distraído colocou uma carga no teto de sua van, mas esqueceu de amarrá-la. Quando precisou parar em um semáforo, ocorreu a seguinte situação:



Nesse caso:

- O que aconteceu com a carga quando o veículo freou?
- Fisicamente, como podemos explicar a situação ocorrida?

Resolução

- Ela continuou seu movimento para frente e caiu.
- Pela lei da inércia, a carga solta tende a manter a mesma velocidade de antes do carro frear, por isso é lançada para frente.

Atividades

3. Laura estava viajando de carro com sua família e, em uma curva para a esquerda, sentiu seu corpo ser lançado para a direita. Explique, com base na primeira lei de Newton, por que isso aconteceu.

4. Discuta com um colega: por que é mais difícil colocar um armário em movimento ao o empurrarmos, do que mantê-lo em movimento depois que já está em movimento?

Princípio Fundamental da Dinâmica (segunda lei)

Quando alteramos o estado de movimento de um corpo, estamos alterando sua velocidade, seja em módulo, direção ou sentido. Para fazer isso, precisamos aplicar uma força resultante não nula; caso contrário, de acordo com a Lei da Inércia, o corpo mantém seu estado de movimento. Assim, para mudar sua velocidade através da aplicação da força, estaremos fornecendo a ele uma determinada aceleração. Além disso, a intensidade da força que devemos aplicar para alterar a velocidade de um corpo dependerá da sua inércia, de maneira que quanto maior a inércia, maior deverá ser a intensidade de aplicação da força.

Portanto, na alteração do estado de movimento de um corpo, temos essas três grandezas envolvidas: força resultante (F), massa (m) e aceleração (a). Newton estabeleceu a relação entre essas três grandezas por meio de sua segunda lei, também conhecida como Princípio Fundamental da Dinâmica, que pode ser assim enunciado:

A força resultante (F) que atua em um corpo de massa (m), é diretamente proporcional à aceleração (a) a ele causado.

Matematicamente, podemos expressar essa lei como:

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

Sendo vetorial, podemos destacar:

- Intensidade: $F = m \cdot a$
- Direção e sentido: $\mathbf{F}$ e $\mathbf{a}$ possuem a mesma direção e sentido.

A unidade SI da medida de força é newton (N), que em unidades fundamentais é expressa como $\text{kg} \cdot \text{m/s}^2$.

Atividades resolvidas

R3. O Princípio Fundamental da Dinâmica estabelece uma relação de causa e efeito. Preencha o quadro a seguir indicado o que é a causa e o efeito. Justifique.

Causa	Efeito

Resolução

Ao aplicarmos uma força de intensidade (F) em um corpo de massa (m), alteramos sua velocidade, ou seja, surge nele uma aceleração, então a força é a causa e o efeito é a aceleração:

Causa	Efeito
Força	Variação da velocidade (aceleração)

R4. Um estoquista em um supermercado aplica uma força resultante de 30 N para mover uma caixa de 10 kg. Qual é a aceleração gerada na caixa?

Resolução

$$\text{Aplicando a segunda lei: } F = m \cdot a \Rightarrow a = \frac{F}{M} = \frac{30 \text{ N}}{10 \text{ kg}} = 3 \text{ m/s}^2$$

Atividades

5. Durante um trajeto, um carro de 1,2 toneladas, considerando a massa de seus ocupantes, acelera seu veículo com intensidade de $4,0 \text{ m/s}^2$. Nesse caso, qual foi a força necessária para proporcionar tal aceleração?

6. Um motorista de 50 kg trafega com velocidade constante de 72 km/h (20 m/s), até perceber um obstáculo mais à frente na via e começar a frear com desaceleração constante, até parar em 5s.

Nessa situação, lembrando que por definição $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$, qual é a intensidade da força resultante que atua sobre o conjunto automóvel-motorista?

Lei da Ação e Reação (terceira lei)

Na definição de força no início do capítulo, vimos que ela sempre existe em pares, ou seja, um corpo não "possui" força, apenas sentimos seus efeitos na interação entre os corpos. Assim, Newton estabeleceu sua terceira lei, chamada de Lei da Ação e Reação, que:

Para toda força de ação aplicada, sempre existe uma força de reação de mesma intensidade e direção, mas de sentido contrário.

É importante notar que as forças de ação e reação são sempre aplicadas em corpos diferentes, por isso não se anulam. Observe o esquema:

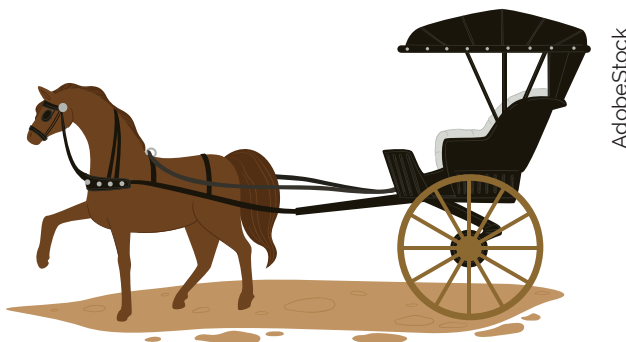


O corpo A aplica a força de módulo F_{AB} no corpo B, e o corpo B reage com uma força de módulo F_{BA} no corpo A, tendo essas forças o mesmo módulo e direção, mas sentidos contrários.

Atividades resolvidas

R5. Analise a situação do cavalo e da carroça, acompanhando o raciocínio a seguir:

Se, ao iniciar o movimento, o cavalo puxa a carroça, pela lei da Ação e Reação, a carroça também não puxaria o cavalo com força de mesma intensidade e direção, mas no sentido contrário?



Sendo assim, nem o cavalo e nem a carroça deveriam sair do lugar. No entanto, sabemos que o cavalo puxa a carroça, então, com base na terceira lei de Newton, qual é o erro nesse raciocínio?

Resolução

O erro do raciocínio da situação do cavalo está em considerar que as forças de ação e reação geram equilíbrio, pois isso só aconteceria se elas fossem aplicadas ao mesmo corpo, o que, pela lei, não é o caso. Além disso, o movimento do cavalo puxando a carroça acontece devido a outro par de forças (a do cavalo com o chão). O cavalo "empurra" o chão para trás, e o chão "empurra" o cavalo para frente, que puxa a carroça como uma reação à força de ação exercida pelas cordas que o seguram a carroça.

Atividades

7. Analise a situação da jogadora de futebol, acompanhando o raciocínio a seguir:

Ao chutar a bola com muita força, a força que a bola faz sobre o pé da jogadora de futebol é muito menor que a força que o pé dela exerce sobre a bola, por isso a bola ganha tanta velocidade.



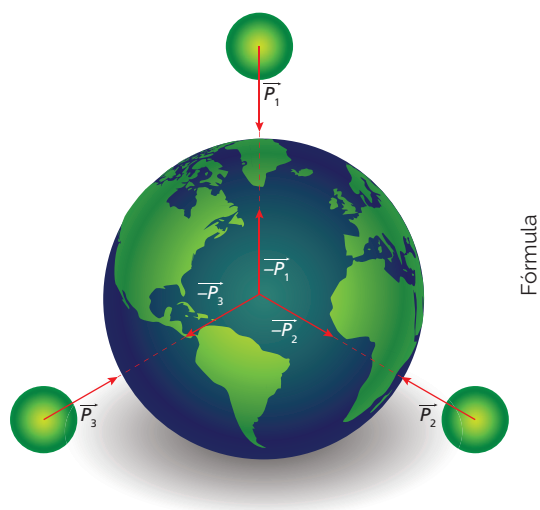
Considerando a terceira Lei de Newton, esse raciocínio está correto? Justifique.

Principais forças mecânicas

Conhecendo as leis fundamentais da dinâmica, vamos agora destacar algumas forças particulares para entendimento das problemáticas que lidamos nessa área da física.

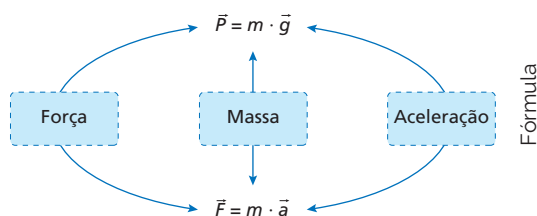
Força peso

A força peso ($\vec{P}$), também chamada somente de peso, é uma força de campo atrativa que existe em qualquer corpo que possui massa e está próximo à superfície de um corpo celeste. A força peso age devido a um campo de interação que chamamos de gravidade ou campo gravitacional de aceleração gravitacional $\vec{g}$. Esse campo é aproximadamente constante nas proximidades da superfície terrestre; para fins de cálculo, consideremos sempre constante, tendo o valor aproximado de $9,8 \text{ m/s}^2$, muitas vezes arredondado para 10 m/s^2 .



Tanto a força peso $\vec{P}$ quanto a aceleração gravitacional $\vec{g}$ possuem direção radial e sentido para o centro da Terra.

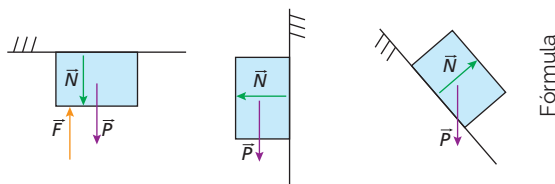
Portanto, a força peso ($\vec{P}$) tem a mesma direção e sentido da aceleração gravitacional $\vec{g}$, além de depender da massa (m) do corpo. Aplicando o princípio fundamental da dinâmica ($\vec{F}_R = m \cdot \vec{a}$), temos:



Em módulo, podemos escrever: $P = m \cdot g$. Como qualquer força, o peso P é dado em newtons (N).

Força normal

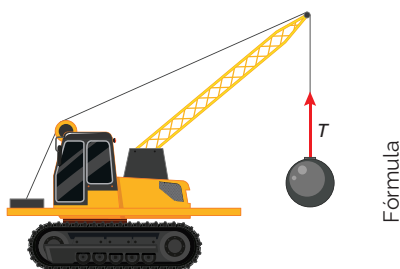
A força normal ($\vec{N}$) existe sempre que há o contato entre duas superfícies. Ela é sempre perpendicular à superfície de contato, observe:



A normal ($\vec{N}$) surge sempre perpendicular à superfície de contato.

Força de tração

A força de tração ($\vec{T}$) surge sempre que se tenciona algo, como uma corda, um fio ou uma corrente, por exemplo. Observe:



A força de tração surgiu no cabo porque ele está tracionado devido a massa em sua ponta.

Atividades resolvidas

R6. Calcule a razão dos pesos de uma pessoa de 50 kg na Terra e na Lua, sabendo que a aceleração gravitacional da Lua é de $1,62 \text{ m/s}^2$ e da Terra de $9,8 \text{ m/s}^2$.

Resolução

Na Lua, o peso da pessoa será:

$$P_L = m g_L = (50 \text{ kg}) (1,62 \text{ m/s}^2) = 81 \text{ N}$$

Na Terra:

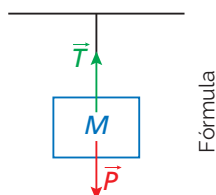
$$P_T = m g_T = (50 \text{ kg}) (9,8 \text{ m/s}^2) = 490 \text{ N}$$

Assim, a razão entre os pesos é:

$$\frac{P_T}{P_L} = \frac{490}{81} \cong 6,05$$

Atividades

8. Em um experimento na aula de física, o professor pendurou um bloco de 10 kg, deixando-o em equilíbrio, e desenhou um esquema com as forças envolvidas, observe:



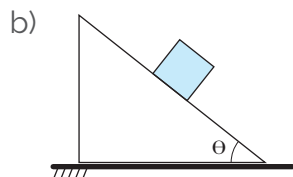
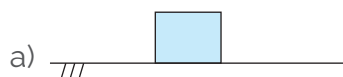
Fórmula

Nessa situação, considerando $g = 10 \text{ m/s}^2$:

a) Qual é o valor do peso desse bloco?

b) E o valor da força de tração na corda?

9. Desenhe a força normal e a força peso em cada uma das situações a seguir:

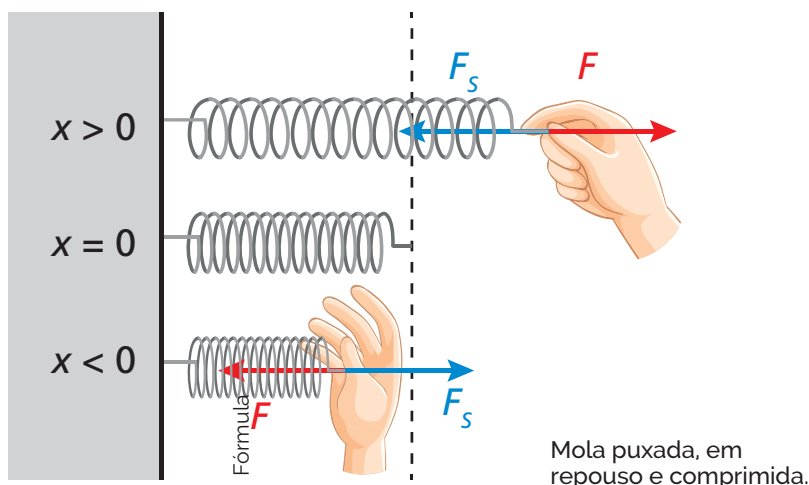


10. Com base na atividade anterior, podemos dizer que a força normal é reação da força peso? Justifique.

Força elástica

A força elástica surge em corpos ou sistemas que possuem a propriedade de elasticidade, como, por exemplo, em molas. Essa força caracteriza o efeito estático de uma força, pois promove a deformação do corpo elástico.

Os estudos da força elástica foram estabelecidos pelo cientista inglês Robert Hooke, que definiu experimentalmente as propriedades de atuação desse tipo de força, estabelecendo, inclusive, a relação matemática que veremos na sequência. Para entendermos essas contribuições, considere o sistema de mola a seguir:



Na situação central da figura ($x = 0$), a mola está em sua posição de repouso. Na primeira situação ($x > 0$), uma pessoa aplica uma força F puxando a mola para a direita por uma distância x ; nesse caso, surge uma força elástica F_e na mola, direcionada para a esquerda. Já na última situação ($x < 0$), a pessoa aplica uma força F para a esquerda, comprimindo a mola em uma distância x ; nesse caso, surge uma força elástica F_e para a direita.

A partir de verificações como essa, Hooke percebeu que a força elástica é sempre contrária ao deslocamento. Assim, sendo x a deformação da mola (deslocamento em relação a posição de equilíbrio), o módulo da força elástica é dado pela Lei de Hooke:

$$F_{el} = k \cdot x$$

Considerando a linguagem vetorial, podemos escrever essa relação como:

$$|\vec{F}_{el} = -k \cdot \vec{x}|$$

Sendo $\vec{F}_{el}$ o vetor força elástica, $\vec{x}$ o vetor deslocamento e k uma constante de proporcionalidade chamada de constante elástica. Na última expressão, o sinal negativo ($-$) indica que a força e o deslocamento sempre têm sentidos contrários, como já tínhamos verificado na figura esquemática anterior.

Atividades resolvidas

R7. Em uma atividade laboratorial, um grupo de alunos utilizou uma mola com constante elástica de 10 N/m para fazer um experimento utilizando um dinamômetro, aparelho que mede força, acoplado à mola.

Nesta situação:

- Se os alunos puxarem a mola em 12 centímetros, qual é o valor da força elástica nela?
- Ao aplicarem uma força de $1,5 \text{ N}$ na mola, em quantos centímetros ela será deformada?

Resolução

a) Aplicando a Lei de Hooke:

$$F_{\text{el}} = k \cdot x$$

$$F_{\text{el}} = (10\text{N/m}) \cdot (0,12\text{ m}) = 1,2\text{ N}$$

Portanto, nesse caso, a força elástica seria de 1,2 N.

b) Novamente aplicando a Lei de Hooke:

$$F_{\text{el}} = k \cdot x$$

$$1,5\text{N} = (10\text{N/m}) \cdot x \Rightarrow x = \frac{1,5\text{N}}{(10\text{N/m})} = 0,15\text{m}.$$

Transformando para centímetros, temos que, nesse caso, a mola seria deformada em 15 cm.

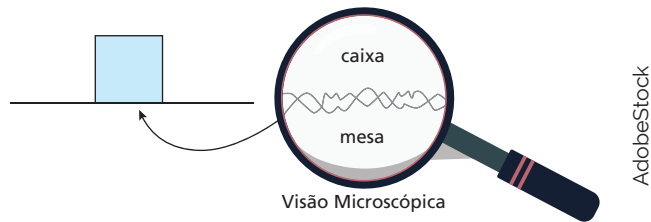
Atividades

11. Calcule a constante elástica de uma mola que, para ter uma força elástica de 120 N, precisa estar comprimida ou esticada em 30 centímetros a partir da sua posição de repouso.

12. Em um determinado sistema elástico, uma mola de constante elástica de 300 N/m é esticada até no máximo 0,25 m (25 cm). Nesse sistema, qual é a força elástica máxima exercida por essa mola?

Força de atrito

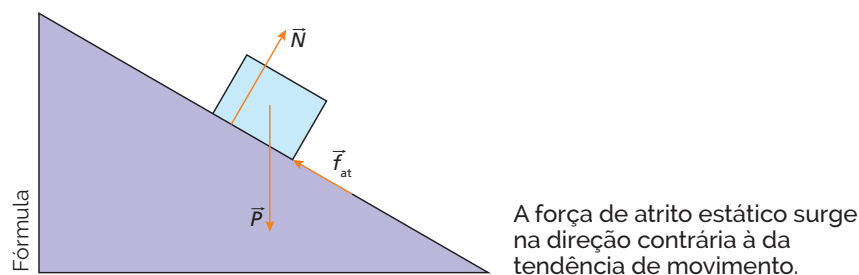
A força de atrito $\vec{F}_{\text{AT}}$ aparece sempre quando há movimento ou tendência de movimento relativo entre duas superfícies. Essa força é gerada pela rugosidade que há na superfície dos corpos. O atrito entre duas superfícies depende do tipo de material das superfícies, do grau de polimento das partes em contato e da quantidade de impurezas presentes, mas não é influenciado pela área de contato entre as superfícies, pois a área real de contato entre as superfícies rugosas não é relevante.



Por mais polida que sejam, as superfícies sempre possuem rugosidade, que é o que gera o atrito no movimento ou na tendência de movimento.

O atrito pode ser de dois tipos:

- **Estático** – ocorre quando há uma tendência de movimento entre as duas superfícies, porém elas permanecem em repouso uma em relação à outra.

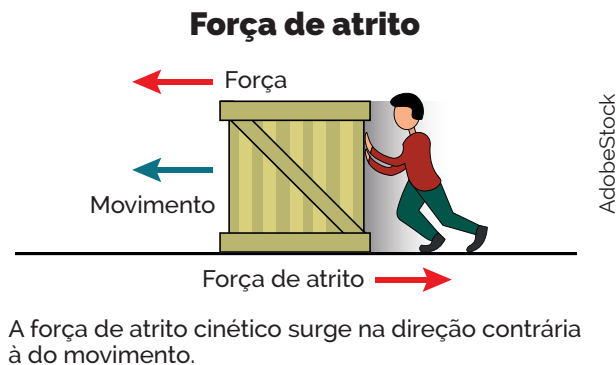


A força de atrito estático aumenta até um valor máximo antes de o corpo entrar em movimento, esse valor é calculado como:

$$F_{ATE}^{MAX} = \mu_E \cdot N$$

Sendo F_{ATE}^{MAX} a força de atrito estático máxima, μ_E o coeficiente de atrito estático, uma grandeza adimensional e N a força normal.

- **Dinâmico** – ocorre quando o atrito estático é vencido e o movimento se inicia. Nesse momento, temos o atrito dinâmico, também conhecido como atrito cinético.

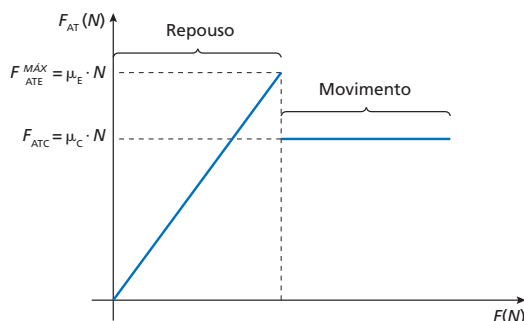


A força de atrito cinético surge na direção contrária a do movimento.

$$F_{ATC} = \mu_c \cdot N$$

Sendo F_{ATC} a força de atrito cinético, μ_c o coeficiente de atrito cinético, uma grandeza adimensional e N a força normal.

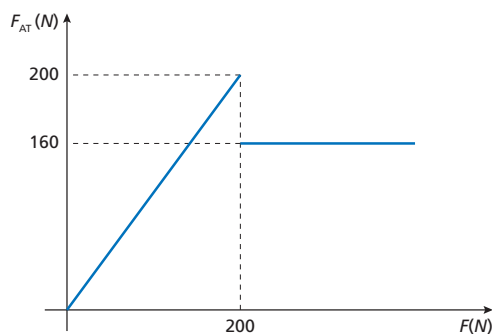
Portanto, a força de atrito estático aumenta até um valor máximo e, quando o corpo entra em movimento, passa a agir a força de atrito cinético, cuja intensidade é sempre menor que a força de atrito estático máxima. Graficamente, temos:



A força de atrito cinético é menor que a força máxima de atrito estático.

Atividades resolvidas

R8. Na demonstração sobre a força de atrito, o professor de física coloca em repouso um bloco de 50 kg sobre uma mesa horizontal e, com um dinamômetro, começa aplicar força para puxar o bloco até que ele entre em movimento. Com os valores marcados no dinamômetro nesse processo, ele constrói o seguinte gráfico:



Nessa situação, considerando $g = 10 \text{ m/s}^2$:

- Qual é o valor da força de atrito estático máxima?
- Calcule o coeficiente de atrito estático.

Resolução

- Pelo gráfico, a força de atrito estático máxima é de 200 N.
- Pela equação do atrito estático máximo:

$$F_{ATE}^{MAX} = \mu_E \cdot N \Rightarrow 200 \text{ N} = \mu_E \cdot 500 \text{ N}$$

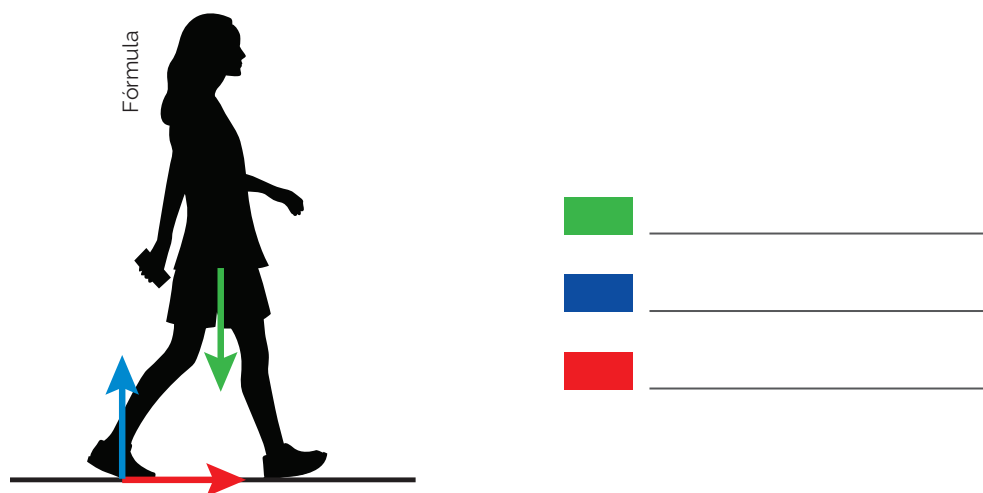
$$\mu_E = \frac{200 \text{ N}}{500 \text{ N}} = 0,4$$

Atividades

13. Considerando a mesma situação e gráfico da atividade resolvida anterior, responda:

- a) Qual é o valor da força de atrito cinético?
- b) Calcule o coeficiente de atrito cinético.

14. Observe o esquema a seguir e nomeie cada uma das forças indicadas conforme a legenda apresentada:



Resumo

Força

Conhecemos uma força pelos efeitos que elas podem causar:

- Efeito dinâmico – alteração da velocidade de um corpo ou sistema;
- Efeito estático – deformação de um corpo ou sistema.

As forças existem sempre em pares.

Leis de Newton

– Primeira Lei: Se a força resultante que age sobre um corpo for nula ou na ausência de forças agindo sobre ele, o corpo permanecerá em repouso ou em um movimento retilíneo uniforme (MRU). (É por isso que devemos usar cinto de segurança em um veículo. Isso ocorre porque nos movimentamos na mesma velocidade que ele e, em uma frenada brusca, podemos ser lançados).

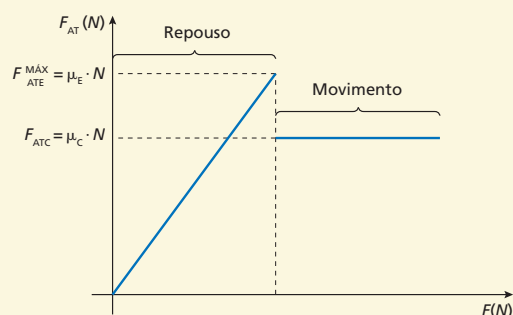
– Segunda Lei: a força resultante é proporcional ao produto da massa por sua aceleração. Em módulo $F = m \cdot a$.

– Terceira Lei: Para toda força de ação aplicada, sempre existe uma força de reação de mesma intensidade e direção, mas de sentido contrário. (Em razão desse princípio, o foguete que vimos na abertura do capítulo consegue subir, por exemplo).

Principais forças mecânicas

Dentre as principais forças, vimos:

- Peso: força de campo gravitacional, cujo módulo é $P = m \cdot g$;
- Normal: força de contato entre duas superfícies, aparecendo sempre perpendicular à superfície;
- Tração: força de tensionamento de uma corda, corrente, fio ou corrente;
- Força elástica: força que surge em sistemas elásticos, sendo a manifestação do efeito estático de uma força. Pela lei de Hooke: $F_{el} = k \cdot x$.
- Atrito: força de contato no movimento ou tendência de movimento entre duas superfícies. A força de atrito estático máxima (tendência de movimento) é dada por: $F_{ATE}^{MAX} = \mu_e \cdot N$; já a força de atrito cinético (quando há movimento) é dada por: $F_{ATC} = \mu_c \cdot N$. Graficamente, temos:



Avalie o que aprendeu

1. (Cefet-MG) O programa espacial brasileiro desenvolve foguetes para lançar satélites no espaço. No instante de um lançamento, a força do motor impulsiona o foguete para cima lentamente no início e, após alguns minutos, com grande velocidade.

Na situação descrita, a reação da força que impulsiona o foguete está aplicada:

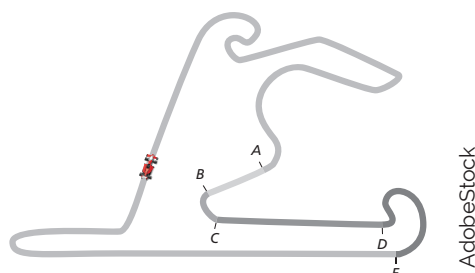
- a) no ar atmosférico.
- b) nos gases expelidos.
- c) na superfície da Terra.
- d) na torre de lançamento.

2. (FCMMG) Em 2006, foi criado o "O Dia Mundial do Pulo", uma iniciativa organizada na internet (www.worldjumpday.org), pelo artista alemão Torsten Lauschmann, alegando ser um Professor Hans Peter Niesward do Instituto de Física Gravitacional de Munique. No dia 20 de julho às 07h39 (horário de Brasília), a organização do evento planejou ter 600 milhões de pessoas do hemisfério ocidental pulando simultaneamente, com o objetivo de mover a Terra para uma nova órbita e, desse modo, criar condições para diminuir o aquecimento global.

Do ponto de vista da Física, essa proposta:

- a) é correta, pois a quantidade de movimento das pessoas após o pulo é um pouco menor do que a quantidade de movimento da Terra.
- b) é correta, pois a ação das pessoas sobre a Terra criaria uma reação igual e contrária que alteraria a sua rotação.
- c) é falsa, pois a força que as pessoas fariam seria radial no sentido do centro da Terra, o que não alteraria sua rotação.
- d) é falsa, pois a força que as pessoas fariam sobre a Terra é uma força interna entre elementos do próprio planeta.

3. (UERJ) Um carro de automobilismo se desloca com velocidade de módulo constante por uma pista de corrida plana. A figura abaixo representa a pista vista de cima, destacando quatro trechos: AB, BC, CD e DE.



A força resultante que atua sobre o carro é maior que zero nos seguintes trechos:

- a) AB e BC
- b) BC e DE
- c) DE e CD
- d) CD e AB

4. (Ufrgs) O cabo de guerra é uma atividade esportiva na qual duas equipes, A e B, puxam uma corda pelas extremidades opostas, conforme representa a figura abaixo.



Considere que a corda é puxada pela equipe A com uma força horizontal de módulo 780 N e pela equipe B com uma força horizontal de módulo 720 N. Em dado instante, a corda arrebenta.

Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

A força resultante sobre a corda, no instante imediatamente anterior ao rompimento, tem módulo 60 N e aponta para a _____. Os módulos das acelerações das equipes A e B, no instante imediatamente posterior ao rompimento da corda, são, respectivamente, _____, supondo que cada equipe tem massa de 300 kg.

- a) esquerda – $2,5 \text{ m/s}^2$ e $2,5 \text{ m/s}^2$
- b) esquerda – $2,6 \text{ m/s}^2$ e $2,4 \text{ m/s}^2$
- c) esquerda – $2,4 \text{ m/s}^2$ e $2,6 \text{ m/s}^2$
- d) direita – $2,6 \text{ m/s}^2$ e $2,4 \text{ m/s}^2$
- e) direita – $2,4 \text{ m/s}^2$ e $2,6 \text{ m/s}^2$

5. (IFCE) Um motorista desatento esqueceu o seu freio de mão acionado e, mesmo o freio impondo uma resistência de 2500 N, o veículo de 900 kg segue por um trecho horizontal com aceleração constante de 1 m/s^2 . A resultante da força motora que o veículo está fazendo para realizar este movimento, em kgf é:

Observação: $1 \text{ kgf} \approx 10 \text{ N}$

- a) 340.
- b) 3400.
- c) 2,77.
- d) 6000.
- e) 8000.

6. (CFTMG) A estudante Paula, do Ensino Fundamental, necessita de uma mola macia para realizar um trabalho que será apresentado na feira de Ciências da sua escola.

Na caixa de ferramentas, ela encontrou duas molas, A e B, de comprimentos iniciais iguais a 10 cm e 15 cm, respectivamente. Para verificar qual delas era a mais macia, pendurou, na vertical, um mesmo objeto em cada uma das molas separadamente. Após o equilíbrio, Paula aferiu que o comprimento final das molas A e B tinham os valores de 12 cm e 18 cm, respectivamente.

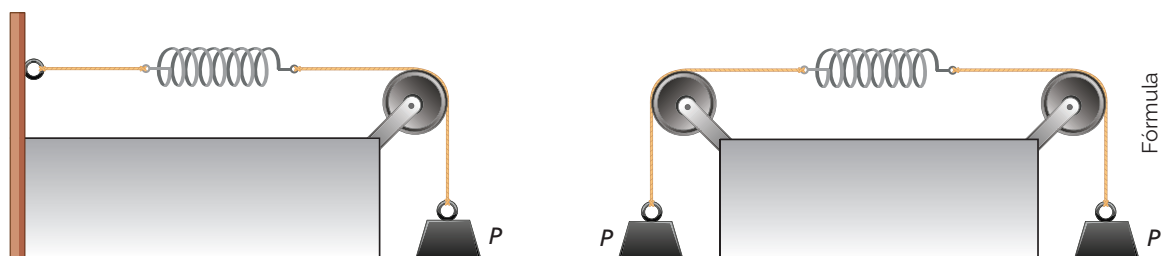
De acordo com suas observações, a estudante verificou que:

- a) a mola A é mais macia.
- b) a mola B é mais macia.
- c) o experimento é inconclusivo.
- d) as molas são igualmente macias.

7. (Eear) Um astronauta de massa **m** e peso **P** foi levado da superfície da Terra para a superfície de um planeta cuja aceleração da gravidade, em módulo, é igual a um terço da aceleração da gravidade registrada na superfície terrestre. No novo planeta, os valores da massa e do peso desse astronauta, em função de suas intensidades na Terra, serão respectivamente:

- a) $\frac{m}{3}$, P
- b) m , P
- c) m , $\frac{P}{3}$
- d) $\frac{m}{3}$, $\frac{P}{3}$

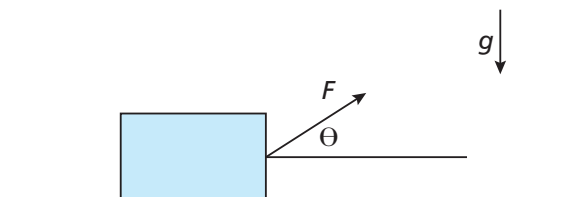
8. (Famerp) A figura 1 mostra um objeto de peso 5,0 N preso por meio de um fio que passa por uma roldana a uma das extremidades de uma mola, cuja outra extremidade presa a uma parede vertical por meio de outro fio. Nessa situação, a mola se distende 10,0 cm. A figura 2 mostra dois objetos, cada um com peso igual a 5,0 N, presos às extremidades opostas dessa mesma mola por meio de dois fios que passam por duas roldanas.



Sabendo que as massas da mola e dos fios são desprezíveis, que nas duas situações os sistemas encontram-se em equilíbrio e que o eixo longitudinal da mola encontra-se na direção horizontal, na situação mostrada na figura 2, essa mola distende-se:

- a) 10,0 cm.
- b) 5,0 cm.
- c) 7,5 cm.
- d) 15,0 cm.
- e) 20,0 cm.

9. (Pucrj) Uma caixa de massa M se move com velocidade constante ao longo de um plano horizontal, ao ser puxada por uma força F constante que faz um ângulo $\theta = 30^\circ$ com a horizontal, como na figura. A força F tem módulo igual a $1/2$ do peso da caixa.



Nessas condições, o coeficiente de atrito cinético entre a caixa e o plano é:

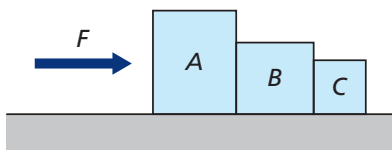
Dado:

$$\sin 30^\circ = \frac{1}{2};$$

$$\cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

- a) 4
- b) 3
- c) $\frac{1}{2}$
- d) $\frac{1}{\sqrt{3}}$
- e) 0

10. (Ufrgs) A figura abaixo representa três blocos, A, B e C, que deslizam sobre um plano horizontal e liso, empurrados por uma força também horizontal e constante, F , atuando sobre o bloco A.



Sendo o módulo de F igual a 18 N, e as massas dos blocos $m_A = 3 \text{ kg}$, $m_B = 2 \text{ kg}$ e $m_C = 1 \text{ kg}$, considere as seguintes afirmações.

I. Todas as forças que agem sobre os blocos A, B e C dissipam energia do sistema.

II. Os módulos das forças de contato entre os blocos A e B, e B e C, são $F_{AB} = 9 \text{ N}$ e $F_{CB} = 3 \text{ N}$.

III. Os módulos das forças resultantes sobre cada um dos blocos A, B e C são, respectivamente, $F_A = 9 \text{ N}$, $F_B = 6 \text{ N}$ e $F_C = 3 \text{ N}$.

Quais estão corretas?

- a) Apenas I.
- b) Apenas II.
- c) Apenas III.
- d) Apenas II e III.
- e) I, II e III.



AdobeStock

Rampa de acesso com símbolo internacional de acessibilidade (SIA), que representa uma pessoa em uma cadeira de rodas.

Capítulo 2

Dinâmica dos movimentos: aplicações das leis de Newton

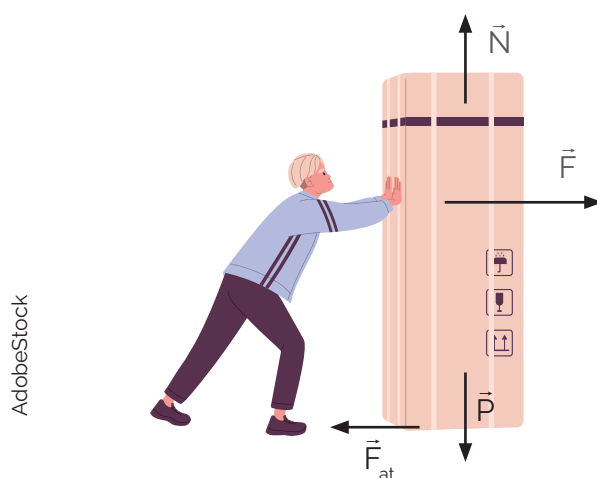
No cotidiano, existem diversas aplicações das Leis de Newton. Uma delas é a construção de rampas de acesso para pessoas com deficiências, como na imagem, que se baseiam nos princípios dos planos inclinados, um dos assuntos que veremos neste capítulo. As rampas de acesso não podem ser feitas de qualquer maneira, pois devem atender alguns parâmetros técnicos dados pela NBR 9050 de 2010. Essa norma estabelece, por exemplo, que as rampas devem ter inclinação máxima de 8,33% em relação à horizontal – assim, é importante conhecermos a física envolvida nessas aplicações.

Neste capítulo, aplicaremos as Leis de Newton a três situações particulares: aos movimentos planos e retilíneos horizontais, que podem ser associados a você empurrar uma caixa no piso da sua casa, por exemplo; ao plano inclinado, associado à nossa discussão inicial das rampas de acesso e a inúmeras outras aplicações cotidianas, como facilitar o carregamento de uma carga em um caminhão; e, por fim, veremos os movimentos curvilíneos em um plano horizontal, como um carro fazendo uma curva, por exemplo.

Dinâmica dos movimentos: aplicações das leis de Newton

Movimentos horizontais retilíneos

Em uma primeira aplicação das leis de Newton, vamos imaginar uma pessoa que precisa empurrar uma caixa em um plano horizontal com atrito, conforme ilustrado a seguir:



F é a força aplicada pela pessoa, F_{at} a força de atrito, P o peso da caixa e N a força normal.

Para haver movimento, a intensidade da força F deve ser maior do que a intensidade da força normal e, nesse caso, como a caixa está em equilíbrio vertical, a intensidade da força normal é igual ao peso da caixa. Assim, aplicando o princípio fundamental da dinâmica para o movimento horizontal da caixa, temos:

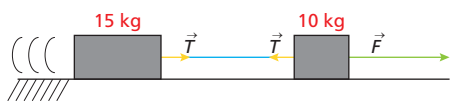
$$F_R = F - F_{at} \Rightarrow F - F_{at} = m \cdot a$$

$$F = m \cdot a + F_{at} \Rightarrow F = m \cdot a + \mu_c \cdot N$$

Essa análise pode ser aplicada a diversos movimentos horizontais; neles, teremos alguns dados e poderemos calcular outros. Seja qual for o caso, sempre analisamos os corpos e as forças existentes, aplicando a segunda lei de Newton separadamente em cada corpo.

Atividades resolvidas

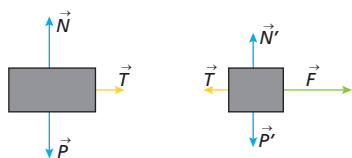
R1. Dois blocos foram conectados por uma corda e puxados pela atuação de uma força de intensidade $F = 50 \text{ N}$ que acelera o sistema com $a = 2 \text{ m/s}^2$, conforme o esquema a seguir:



Se o atrito entre a superfície horizontal pela qual os blocos deslizam e o bloco é desprezível, calcule o valor da força normal em cada bloco e o valor da força de tração na corda. Considere $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Resolução

As forças que atuam em cada bloco são:



Verticalmente, temos:

$$\begin{aligned} \text{Bloco 15 kg} \begin{cases} |\vec{N}| = |\vec{P}| \\ N = P = m \cdot g \\ N = (15 \text{ kg}) \cdot (10 \text{ m/s}^2) \\ N = 150 \text{ N} \end{cases} & - \text{Bloco 10 kg} \begin{cases} |\vec{N}'| = |\vec{P}'| \\ N' = P' = m' \cdot g \\ N' = (15 \text{ kg}) \cdot (10 \text{ m/s}^2) \\ N' = 150 \text{ N} \end{cases} \end{aligned}$$

Horizontalmente, aplicando a segunda lei de Newton no bloco de 10 kg:

$$\begin{aligned} \text{Bloco 15 kg} \begin{cases} |\vec{F}_R| = |\vec{T}| \\ m' \cdot a = T \\ 15 \cdot 2 = T \Rightarrow T = 30 \text{ N} \end{cases} & \text{ ou Bloco 10 kg} \begin{cases} F_R = F - T \\ m \cdot a = F - T \\ 10 \cdot 2 = 50 - T \Rightarrow T = 30 \text{ N} \end{cases} \end{aligned}$$

Portanto, as forças normais nos blocos de 15 kg e 10 kg, respectivamente, são 150 N e 100 N, e a força de tração da corda que liga os blocos é de 30 N.

Atividades

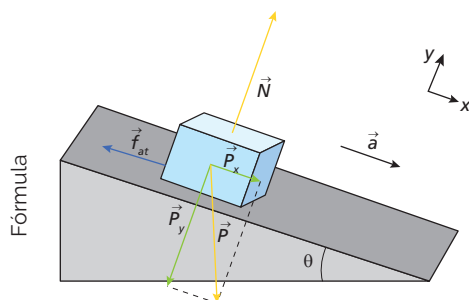
1. Uma pessoa aplica uma força de 600 N horizontalmente para empurrar um veículo (massa 1100 kg), que sofre uma força de resistência de 150 N na direção contrária ao do movimento.



Nesse caso, qual é o valor da aceleração causada ao veículo?

Plano inclinado

O plano inclinado é muito útil no dia a dia, pois pode servir de rampa de acesso ou de deslocamento de objetos, por exemplo. Vamos imaginar uma situação genérica de um bloco em um plano inclinado, como ilustrado a seguir:



Como o bloco tem uma aceleração, nessa situação, a força de atrito é cinética. Assim, aplicando o princípio fundamental da dinâmica ao bloco, teremos:

$$F_{RX} = P_x - F_{ATC} = m \cdot a$$

A força P_x é a componente da força peso paralela ao movimento. Da trigonometria vista na matemática, pela definição de cosseno, temos:

$$P_x = P \cdot \sin\theta$$

Da mesma forma, pela definição de seno, temos:

$$P_y = P \cdot \cos\theta = N$$

Assim, reescrevendo a equação para a direção paralela ao movimento do bloco:

$$F_{RX} = P_x - f_c = m \cdot a$$

$$P_x - f_c = m \cdot a$$

$$P \cdot \cos\theta - \mu \cdot N = m \cdot a$$

$$P \cdot \cos\theta - \mu \cdot P \cdot \sin\theta = m \cdot a$$

$$P (\cos\theta - \mu \cdot \sin\theta) = m \cdot a$$

E como $P = mg$, teremos:

$$P(\cos\theta - \mu \cdot \sin\theta) = m \cdot a$$

$$m \cdot g(\cos\theta - \mu \cdot \sin\theta) = m \cdot a$$

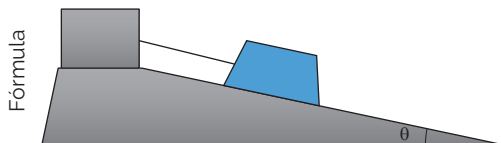
$$a = g(\cos\theta - \mu \cdot \sin\theta)$$

Isso significa, fisicamente, que a aceleração do corpo não depende de sua massa, mas apenas do atrito e da inclinação do plano inclinado. Caso o atrito fosse desprezível no sistema, teríamos a:

$$a = g \cdot \sin\theta$$

Atividades resolvidas

R2. Considere que o bloco azul a seguir mantém-se em repouso na superfície inclinada com atrito desprezível:

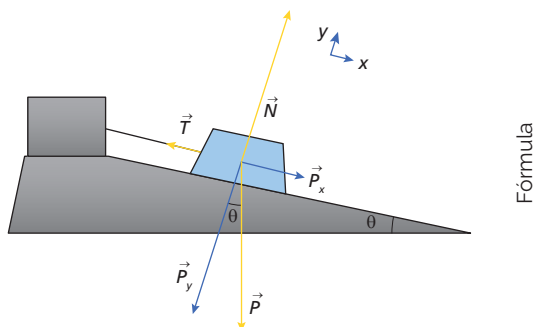


Sendo $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ e $\theta = 30^\circ$, e considerando que o bloco azul tem massa de 200 kg, faça o que se pede:

- desenhe o diagrama de forças aplicadas ao bloco azul;
- calcule a força normal no bloco azul;

Resolução

a) Desenhando o diagrama de força, temos:



b) Na direção perpendicular ao movimento, marcada como y no diagrama, a força resultante é nula, assim:

$$\begin{aligned} |\vec{P}_y| &= |\vec{N}| \rightarrow P_y = N = P \cdot \cos \theta \\ N &= m \cdot g \cdot \cos \theta = (200 \text{ kg}) \cdot (10 \text{ m/s}^2) \cdot \cos 30^\circ \\ N &= 2000 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \approx 1732 \text{ N} \end{aligned}$$

Atividades

2. Considerando a mesma situação da atividade resolvida anteriormente, calcule a força de tração na corda que segura o bloco azul no plano inclinado.

Movimentos curvilíneos

Você já assistiu a uma corrida de Fórmula 1? Os carros atingem velocidades altíssimas, mas, em geral, reduzem um pouco ao entrar nas curvas. Imagine a situação a seguir com carros de Fórmula 1 fazendo uma curva com velocidade de módulo constante:



AdobeStock

Ao fazer a curva, por segurança, os carros podem manter a velocidade com módulo constante.

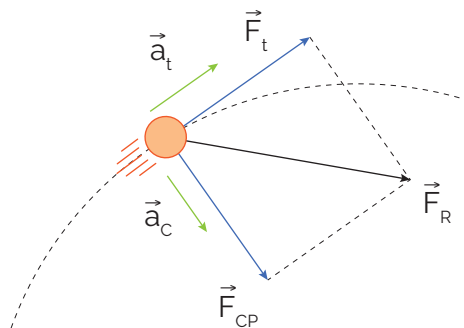
Como você sabe, a velocidade é uma grandeza física vetorial. Portanto, ela é um módulo, uma direção e um sentido. Neste caso, sabemos que a velocidade na curva é de módulo constante. No entanto, quanto à direção e ao sentido, essas características não permanecem constantes, uma vez que os carros estão mudando de direção e, conseqüentemente, alterando o sentido de acordo com o formato da curva. Então, que força está atuando para alterar esses componentes vetoriais da velocidade?

A explicação está no fato de que em movimentos curvilíneos ou circulares, sempre existe uma força resultante centrípeta que é responsável por esse movimento. Essa resultante centrípeta, que podemos chamar de $\vec{F}_{cp}$, tem sempre a mesma direção e sentido da aceleração centrípeta (acp) presente nos movimentos circulares uniformes (MCU), cujo módulo é:

$$a_{cp} = \frac{v^2}{R}$$

Sendo v o módulo da velocidade e R é o raio da curva ou da circunferência.

Assim, considerando um móvel de massa m em uma curva circular, como um dos carros de Fórmula 1 que vimos anteriormente, temos:



A resultante centrípeta, assim como a aceleração centrípeta, possui direção radial e sentido para o centro da trajetória circular.

Considerando que o movimento circular é uniforme, ou seja, que a componente tangencial é nula, uma vez que supomos logo de início que o módulo da velocidade é constante na curva, e aplicando o princípio fundamental da dinâmica a esse móvel, temos:

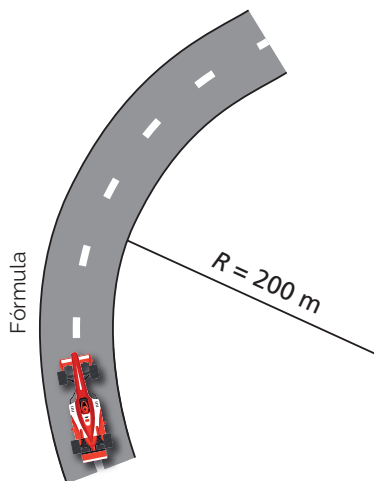
$$F = m \cdot a \Rightarrow F_{cp} = m \cdot a_{cp}$$

$$F_{cp} = m \cdot \frac{v^2}{R}$$

Essa expressão nos dá a intensidade da resultante centrípeta em um movimento circular ou curvilíneo uniforme.

Atividades resolvidas

R3. Suponha que, durante uma corrida, um carro de Fórmula 1 execute uma curva plana e circular em velocidade de módulo constante, como ilustrado a seguir:



Sabendo que o coeficiente de atrito estático entre o pneu e a estrada é de 0,90 e o de atrito cinético 0,82, qual é o valor máximo de velocidade que o carro pode atingir nessa curva sem derrapar?

Use $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Resolução

Verticalmente, como o carro não tira os pneus do chão, temos sempre $N = P$. Agora, horizontalmente, temos que, para o carro não deslizar para fora da curva, a força de atrito aponta para dentro da curva, assim como a resultante centrípeta, então:

$$F_{\text{ate}} = F_{\text{cp}}$$

A velocidade máxima sem derrapar será atingida quando a força de atrito estático máxima for aplicada, assim:

$$\begin{cases} F_{\text{ATE}}^{\text{MAX}} = F_{\text{cp}} \\ \mu_E \cdot N = m \cdot \frac{v_{\text{max}}^2}{R} \end{cases} \Rightarrow \mu_E \cdot N = m \cdot \frac{v_{\text{max}}^2}{R} \Rightarrow v_{\text{max}}^2 = \frac{\mu_E \cdot N \cdot R}{m}$$

$$v_{\text{max}}^2 = \frac{\mu_E \cdot m \cdot g \cdot R}{m} \Rightarrow v_{\text{max}} = \sqrt{\mu_E \cdot g \cdot R}$$

Com os valores que temos do enunciado, descobrimos a velocidade máxima que o carro de Fórmula 1 pode fazer essa curva sem deslizar:

$$v_{\text{max}} = \sqrt{\mu_E \cdot g \cdot R} = \sqrt{0,90 \cdot 10 \cdot 200}$$

$$v_{\text{max}} = \sqrt{1800} \cong 42,4 \text{ m/s} = 42,4 \cdot 3,6 \text{ km/h} = 152,7 \text{ km/h}$$

Portanto, a velocidade máxima sem derrapar nessa curva é de 152,7 km/h.

Atividades

3. Suponha que um carro execute uma curva plana e circular com velocidade constante de 90 km/h e raio 100 m. Considerando o coeficiente de atrito estático entre o pneu e a estrada de 0,90 e o de atrito cinético 0,82, ele consegue fazer a curva sem derrapar?

Use $g = 10 \text{ m/s}^2$.

4. Em um brinquedo de autorama, como da imagem a seguir, o carrinho de 30 g, preso ao brinquedo, faz uma curva de raio 20 cm com velocidade de 0,8 m/s.



Nessa situação, a intensidade da força resultante centrípeta que age sobre o carrinho é de:

- a) 0,096 N
- b) 0,96 N
- c) 9,6 N
- d) 1,2 N
- e) 12 N

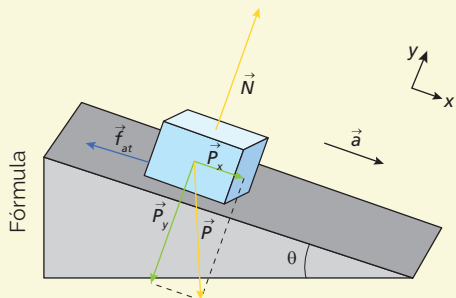
Resumo

Movimentos horizontais retilíneos

Em um movimento horizontal retilíneo com atrito em um plano, aplicando o princípio fundamental da dinâmica, temos: $F = m \cdot a + \mu_c \cdot N$;

Plano inclinado

Considerando um plano inclinado com atrito:



$$P_x = P \cdot \sin\theta$$

$$P_y = P \cdot \cos\theta = N$$

$$a = g(\cos\theta - \mu \cdot \sin\theta)$$

Se o atrito for desprezível:

$$a = g \cdot \sin\theta$$

Movimentos curvilíneos

Em um movimento circular ou curvilíneo plano com velocidade constante, temos:

- Aceleração centrípeta: $a_{cp} = \frac{v^2}{R}$

- Resultante centrípeta: $F_{cp} = m \cdot \frac{v^2}{R}$

- Velocidade máxima na curva: $v_{max} = \sqrt{\mu_E \cdot g \cdot R}$

Avalie o que aprendeu

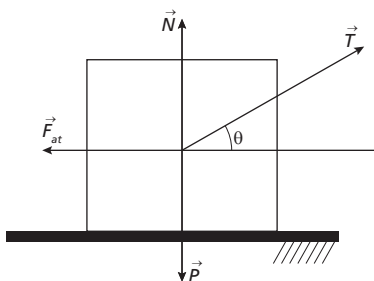
1. (Uerj) O funcionário de um supermercado recolhe as mercadorias deixadas nos caixas e as coloca em carrinhos. Após certo tempo de trabalho, as mercadorias recolhidas ocupam quatro carrinhos, interligados pelas correntes I, II e III para facilitar a locomoção, como ilustra a imagem. Ao deslocar os carrinhos, o funcionário exerce uma força F de intensidade igual a 8 N.



Considere que cada carrinho, com os produtos neles contidos, possui massa de 10 kg. Desprezando os atritos, a tração na corrente II, em newtons, corresponde a:

- a) 2
- b) 3
- c) 4
- d) 5

2. (Fuvest-Ete) Uma força de tração T é aplicada em um ângulo $0 < \theta < 90^\circ$ sobre um bloco de peso P , que permanece em repouso. Estão agindo também a força normal N e uma força de atrito F_{at} , conforme mostrado no diagrama:



Indique a alternativa que relaciona corretamente as forças F , P , N e F_{at} :

Note e Adote:

Assuma as direções e sentidos das forças conforme desenhado, mas as magnitudes são arbitrárias e não representadas em escala.

- a) $T > F_{at}$ e $N < P$
- b) $T < F_{at}$ e $N = P$
- c) $T = F_{at}$ e $N = P$
- d) $T = F_{at}$ e $N > P$
- e) $T < F_{at}$ e $N < P$

3. (Pucrj) Um rapaz puxa uma tábua com rodinhas, de massa 30 kg, sobre a qual se encontra uma caixa de massa 20 kg, tal como mostrado na figura. O coeficiente de atrito estático entre a caixa e a tábua é 0,4.



Qual é o módulo máximo da força F , medida em N, com que o rapaz pode puxar a corda para que a caixa não deslize sobre a tábua?

Dados:

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$\sin 60^\circ = 0,83$$

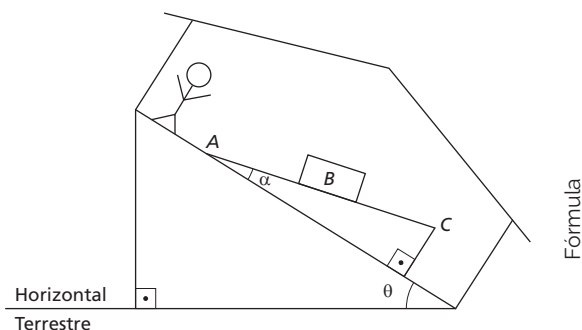
$$\cos 60^\circ = 0,50$$

- a) 100
- b) 200
- c) 300
- d) 400
- e) 500

4. (EEAR) Em alguns parques de diversão, há um brinquedo em que as pessoas se surpreendem ao ver um bloco aparentemente subir uma rampa que está no piso de uma casa, sem a aplicação de uma força. O que as pessoas não percebem é que o piso dessa casa está sobre um outro plano inclinado, o que faz com que o bloco, na verdade, esteja descendo a rampa em relação à horizontal terrestre. Na figura a seguir, está representada uma rampa com uma inclinação α em relação ao piso da casa, e uma pessoa observando o bloco (B) "subindo" a rampa (deslocando-se da posição A para a posição C).

Dados:

1. a pessoa, a rampa, o plano inclinado e a casa estão todos em repouso entre si e em relação à horizontal terrestre.
2. considere P = peso do bloco.
3. desconsidere qualquer atrito.



Nessas condições, a expressão da força responsável por mover esse bloco a partir do repouso, para quaisquer valores de θ e α que fazem funcionar corretamente o brinquedo, é dada por:

- a) $P \sin(\theta + \alpha)$
- b) $P \sin(\theta - \alpha)$
- c) $P \sin \alpha$
- d) $P \sin \theta$

5. (UEL) Leia a charge a seguir e responda à questão.



Figura 3

(Adaptado de: <<http://www.gazetadopovo.com.br/blogs/rolmops-e-catchup/wp-content/uploads/sites/71/2015/03/15-marAço1-650x329.jpg>>.
Acesso em: 10 maio 2017.)

Com base na figura e nos conhecimentos sobre o atrito e as Leis de Newton, assinale a alternativa correta.

- a) Quando um corpo se movimenta em relação a outro, a força de atrito aparece sempre no sentido direto à tendência de movimento.
- b) No final da caminhada (figura), a pessoa que está na frente fica parada sem escorregar, pois a $F_{atmax} = \mu_e m g \sin \theta$ e portanto $\mu_e = \tan^{-1} \theta$.
- c) Se por algum motivo (na figura), quem está atrás puxasse quem está na frente, a F_{at} estaria no mesmo sentido do "puxão" para quem aplicou a força.
- d) Podemos afirmar que a força de atrito é proporcional à força normal e independente da área de contato.
- e) No final da caminhada, a pessoa que está na frente está sujeita a uma F_{at} , e, para que esta seja máxima, devemos ter $F_{atmax} = \mu_e m g \sin \theta$.

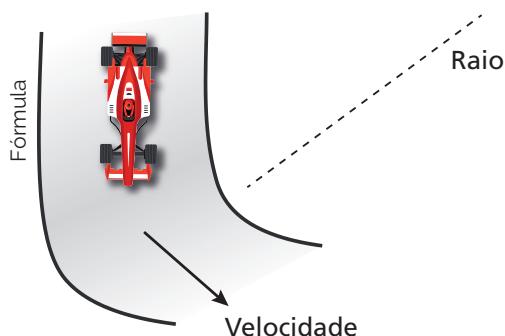
6. (UECE-2020) A dinâmica de uma criança descendo um tobogã, de modo simplificado e dentro de certos limites, pode ser tratada como uma massa puntiforme deslizando sobre um plano inclinado e com atrito. Para aplicação das leis de Newton a essa massa, as forças podem ser decompostas de muitos modos. Considerando-se duas dessas abordagens, quais sejam: (i) decompor em componentes tangenciais e perpendiculares ao plano inclinado; e (ii) decompor em componentes verticais e horizontais, é correto afirmar que:

- a) em (i), o vetor força peso da massa tem um componente e a força de atrito, duas.
- b) em (iii), o vetor força peso da massa tem duas componentes e a força de atrito, uma.
- c) em (i), o vetor força peso da massa tem duas componentes e a força de atrito, uma.
- d) em (i) e (ii), o vetor força peso e a força de atrito têm apenas uma componente.

7. (Unicentro) Em uma rodovia, uma curva semicircular horizontal tem 45 m de raio. Se o coeficiente de atrito estático entre os pneus e o asfalto é de 0,5, e considerando $g = 10 \text{ m/s}^2$, assinale a alternativa que apresenta, corretamente, a velocidade máxima com que um automóvel faz a curva sem derrapar.

- a) 47 km/h
- b) 50 km/h
- c) 54 km/h
- d) 58 km/h
- e) 61 km/h

8. (Acafe) Uma comissão de engenheiros necessita fornecer alguns dados técnicos a uma fábrica de pneus. Para uma curva de raio 120 metros, quando um veículo entra nela com velocidade de 108 km/h, qual deverá ser o coeficiente de atrito ' μ ' entre os pneus e o asfalto para o carro não derrapar? Dados: $g = 10 \text{ m/s}^2$



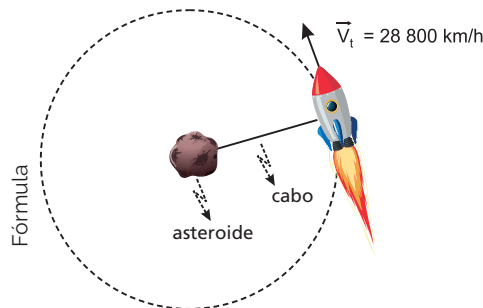
- a) 0,09
- b) 0,75
- c) 0,9
- d) 0,075

9. (Pucrj) No modelo atômico de Bohr, para o átomo de Hidrogênio, o elétron tem uma órbita circular em torno de um próton.

Qual é a ordem de grandeza da velocidade orbital do elétron, em m/s, sabendo que, aproximadamente, a força de atração elétrica é 10^{-7} N , a massa do elétron é 10^{-30} kg e o raio da órbita é $0,5 \cdot 10^{-10} \text{ m}$?

- a) 10^{-6}
- b) 10^{-3}
- c) 10^2
- d) 10^6
- e) 10^8

10. (Fatec 2020) O *tether* consiste em dois objetos fixos nas duas extremidades de um cabo. A pesquisadora brasileira Alessandra F. S. Ferreira, da Unesp de Guaratinguetá (SP), foi agraciada com o prêmio Mario Grossi no evento internacional *Tether in Space 2019* (em Madrid). Em seu estudo, ela propôs a aplicação de um cabo fino e rígido de 100 km de comprimento com uma ponta ancorada na superfície de um corpo celeste, como um asteroide, por exemplo. A outra ponta estará ancorada em um veículo espacial, conforme apresentado na figura. Assim, a técnica poderá ser utilizada para economizar energia e aumentar o impulso em viagens espaciais mais longas.



Uma espaçonave de 100 toneladas, navegando a uma velocidade tangencial aproximada de 28,8 mil km/h, acopla-se ao cabo citado de 100 km de extensão ancorado em um asteroide (considerado aqui como um ponto material em repouso).

Assumindo que a massa do cabo seja desprezível em relação ao sistema, podemos afirmar, corretamente, que a força centrípeta aplicada na extremidade do cabo ligada ao veículo espacial, em newtons, é:

Lembre-se de que $a_{cp} = \frac{v^2}{R}$

- a) $6,4 \cdot 10^7$
- b) $6,4 \cdot 10^5$
- c) $6,4 \cdot 10^3$
- d) $8,3 \cdot 10^4$
- e) $8,3 \cdot 10^6$

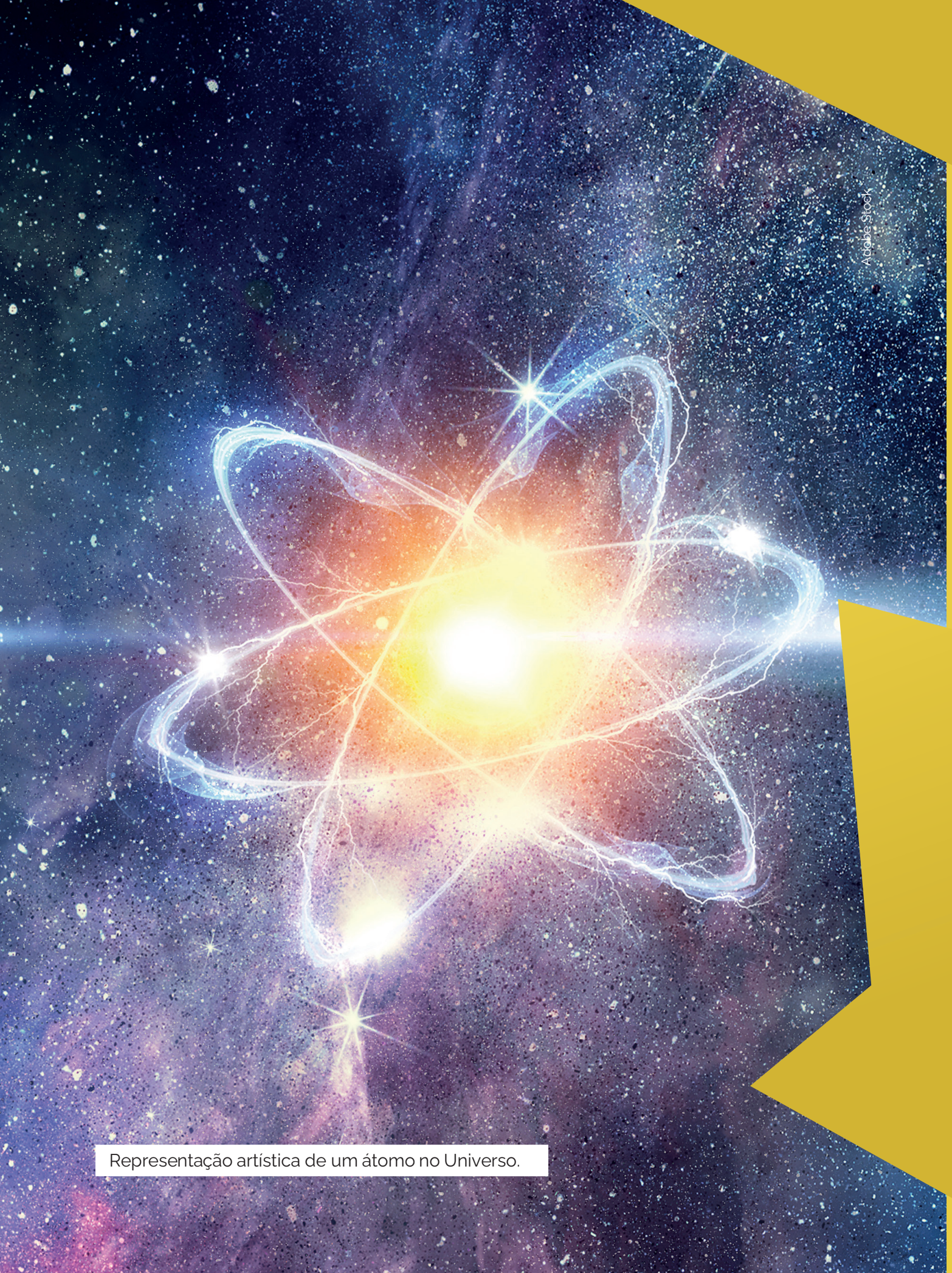


Acelere o Saber

mais

CIÊNCIAS DA NATUREZA

QUÍMICA



Representação artística de um átomo no Universo.

Capítulo 1

Modelos atômicos e o átomo

Há muito tempo, filósofos já se questionavam sobre a origem da matéria, buscando explicações para a origem de tudo que nos cerca. Uma das primeiras ideias, segundo Aristóteles, era que tudo era formado por quatro elementos – terra, água, fogo e ar, mas essa ideia não respondia a uma infinidade de perguntas. Por volta de 300 a.C., os chamados alquimistas tentavam, a partir de “metais inferiores”, produzir o ouro. Nesse mesmo período, tentava-se criar o elixir da longa vida, algo que prolongasse a vida. Nessa busca, novas substâncias foram sendo descobertas, mas ainda havia muito por vir.

Com o passar dos séculos, novas ideias foram surgindo e muitas dúvidas foram esclarecidas. O desenvolvimento da ciência, bem como os avanços tecnológicos, nos permitiram chegar ao momento atual no qual muitas das perguntas em relação à matéria foram respondidas, chegamos às teorias atômicas.

Nesta unidade, vamos trabalhar os modelos atômicos e o átomo, bem como a importância das descobertas ao longo dos séculos para a compreensão de tudo que nos cerca.

Modelos atômicos e o átomo

Um pouco de história

No passado, ao buscar compreender o que é a matéria, os filósofos e cientistas buscaram entender do que a matéria era formada. Entre várias concepções, surgiu a dos filósofos gregos, Leucipo e Demócrito, que viveram entre os séculos IV e V a.C. Para eles, existia uma partícula tão pequena, que não podia ser vista a olho nu. Tal partícula era indivisível, denominada **átomo** (do grego α = não, $\tau\omicron\mu\omicron$ = divisível).

Com o desenvolvimento da Ciência baseada em experimentação e graças ao desenvolvimento científico, os cientistas buscavam comprovar a ideia dos filósofos, a qual se tornou uma explicação fundamental para os estudos posteriores.

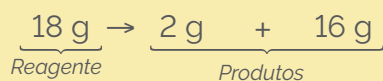
A partir desse ponto, vamos abordar como o estudo do átomo foi sendo realizado ao longo do tempo.

Átomo de Dalton

O primeiro modelo atômico surgiu entre 1803 e 1808, quando o cientista inglês John Dalton propôs uma teoria atômica. Tal teoria tentava explicar as leis enunciadas por Lavoisier e Proust.

A **Lei de Lavoisier**, também conhecida como **lei da conservação das massas**, foi proposta por Antoine Laurent Lavoisier por volta de 1775. Essa lei afirma que quando uma reação química é realizada em um recipiente fechado, a massa dos reagentes é igual à massa dos produtos. Observe:

água $\rightarrow$ gás hidrogênio $\rightarrow$ gás oxigênio



Essa lei, popularmente, é enunciada da seguinte maneira:

**“Na natureza, nada se cria, nada se perde,
tudo se transforma”.**

Lei de Proust, também conhecida como **lei das proporções constantes**, foi proposta por Joseph Louis Proust em 1799. Essa lei afirma que a composição química de uma substância composta é sempre constante, não importando sua origem, ou seja, independentemente da origem de certa substância composta, ela sempre será formada pelos mesmos elementos químicos numa mesma proporção em massa. Observe:

água	→	gás hidrogênio	+	gás oxigênio
9 g	→	1 g	+	8 g
18 g	→	2 g	+	16 g
54 g	→	6 g	+	48 g

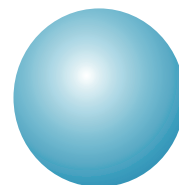
O exemplo demonstra que a proporção entre os elementos que compõem a água permanece constante. A massa de oxigênio é sempre 8 vezes maior que a massa de hidrogênio. Em outras palavras, a composição da água, em massa, é sempre de 1 parte de hidrogênio para 8 partes de oxigênio. Observe:

$$\frac{\text{massa de hidrogênio}}{\text{massa de oxigênio}} = \frac{1 \text{ g}}{8 \text{ g}} = \frac{2 \text{ g}}{16 \text{ g}} = \frac{6 \text{ g}}{48 \text{ g}}$$

Com base nessas leis, a teoria atômica de Dalton apresenta alguns pontos:

- A matéria é composta de partículas fundamentais, os átomos.
- Os átomos são maciços, indivisíveis e indestrutíveis. Eles não podem ser criados nem destruídos.
- Átomos do mesmo elemento apresentam propriedades idênticas, enquanto átomos de elementos diferentes apresentam propriedades diferentes.
- Substâncias simples são formadas por átomos do mesmo elemento, enquanto substâncias compostas são formadas por átomos de elementos químicos diferentes.
- Nas reações químicas, os átomos se recombina.

O modelo atômico de Dalton é conhecido como modelo esférico.



Popularmente esse modelo é conhecido como bola de bilhar.

Atividades resolvidas

R1. Considerando que 14 g de gás nitrogênio reagem com 16 g de gás oxigênio para formar óxido nítrico, quantos gramas de gás nitrogênio são necessários para se obter 60 g de óxido nítrico?

Resolução

Considerando que a soma das massas dos reagentes é igual a massa do produto, tem-se 30 g de óxido de nitrogênio para as quantidades de reagentes estabelecidas no enunciado.

gás nitrogênio	gás oxigênio	óxido nítrico
14 g	+ 16 g	→ 30 g
xg	_____	60 g
14 g	_____	30 g
xg	_____	60 g

$$x = \frac{14 \cdot 60}{8 \text{ g}} \Rightarrow x = 28 \text{ g}$$

Seguindo a lei de Proust, são necessários 28 g de gás nitrogênio para formar 60 g de óxido de nitrogênio.

R2. Considerando que 28 g de gás nitrogênio reagem com 34 g de gás oxigênio para formar óxido nítrico restando 2 g de gás oxigênio. Reagindo 45 g de gás nitrogênio com 48 g de gás oxigênio, obtém-se 90 g de óxido de nítrico e restam 3 g de gás nitrogênio. Demonstrar esses dados obedecendo às leis de Lavoisier e Proust.

Resolução

Considerando que a soma das massas dos reagentes é igual à massa do produto e que o enunciado mostra que, sobre reagentes, esses resíduos devem ser retirados da demonstração.

gás nitrogênio	gás oxigênio	óxido nítrico	
28 g	+ 32 g	→ 60 g	} Lei de Lavoisier
42 g	+ 48 g	→ 90 g	

$$\left. \begin{array}{l} \frac{28}{42} = \frac{32}{48} = \frac{60}{90} = \frac{1}{1,5} \end{array} \right\} \text{ Lei de Proust}$$

Atividades

1. Preencha as lacunas de acordo com a lei de Lavoisier e de Proust:

gás carbônico → carbono + gás oxigênio

11 g → _____ + 8 g

22 g → 6 g + _____

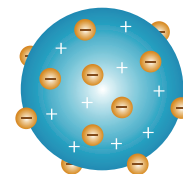
_____ → 6 g + _____

2. Com base na questão anterior, demonstre a Lei de Proust com base nas massas de carbono e gás oxigênio:

Átomo de Thomson

Em 1897, ao realizar experimentos em tubos de crookes, o físico inglês Joseph John Thomson observou um raio, semelhante a um raio de luz, que denominou de raios catódicos. Com esse experimento, Thomson propôs que o átomo, na verdade, fosse formado por uma esfera de carga positiva com cargas elétricas negativas incrustadas na superfície. Essas cargas negativas posteriormente foram denominadas **elétrons**.

O átomo de Thomson ficou conhecido como modelo do átomo descontinuo.



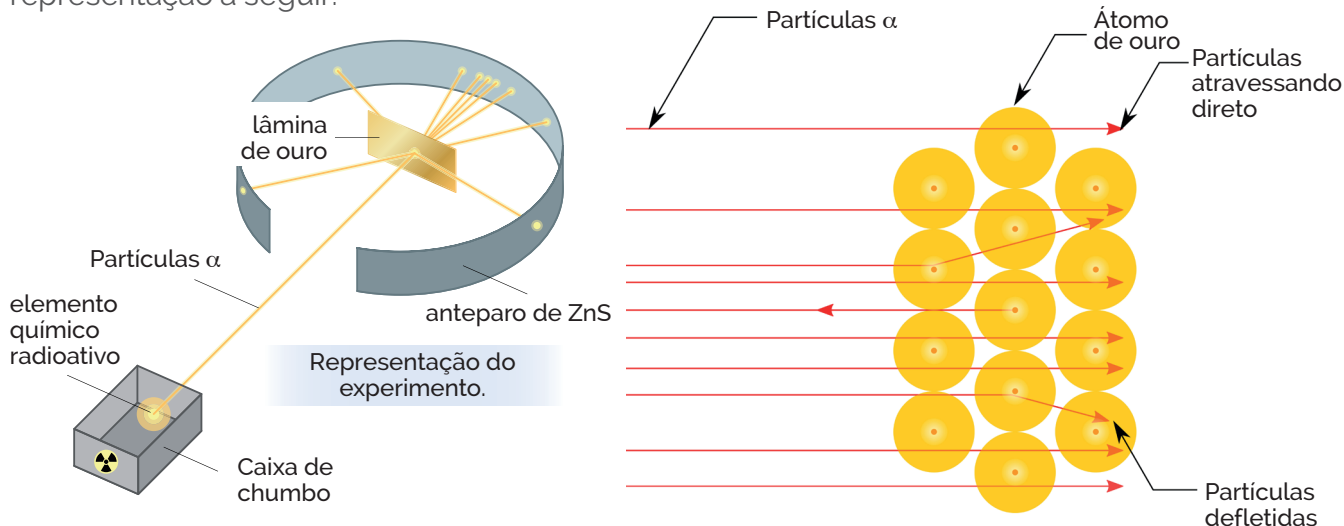
Popularmente esse modelo é conhecido como pudim com passas.

Tubos ou **ampolas de Crookes** – são ampolas de vidro contendo gases em pressões muito baixas. Quando são submetidos a potenciais elétricos, é possível visualizar os chamados **raios catódicos**, que são feixes de elétrons. Esses tubos compunham as televisões antigas, televisões de tubo.

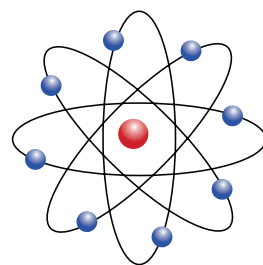
Átomo de Rutherford

Em 1911, o físico neozelandês Ernest Rutherford propôs um novo modelo atômico, baseado em experimentos realizados por ele e seus colaboradores.

Os cientistas posicionaram uma caixa de chumbo com polônio (material radioativo) que emitia partículas alfa (α) – partículas de carga positiva. Na caixa, havia um pequeno orifício pelo qual saía um feixe estreito de partículas alfa. À frente da caixa de chumbo, foi posicionada uma fina lâmina de ouro. No entorno, foi inserida uma tela fluorescente de sulfeto de zinco (ZnS). Ao bombardear a folha de ouro com partículas alfa emitidas pelo polônio, pôde-se notar que grande parte das partículas passava direto pela folha de ouro, batendo na tela atrás da lâmina. Uma pequena parte das partículas era desviada, sendo detectadas em outra parte da tela. Como pode ser visualizado na representação a seguir:



Com o experimento, Rutherford chegou à conclusão de que o átomo, na verdade, apresentava um **núcleo** muito pequeno carregado positivamente, essas cargas foram denominadas prótons, os quais continham praticamente toda massa do átomo. Ao redor, teria um grande espaço vazio no qual estariam os elétrons. Essa região foi chamada de **eletrosfera**. O modelo atômico de Rutherford ficou conhecido como modelo do átomo nuclear.



Popularmente esse modelo é conhecido como modelo planetário.

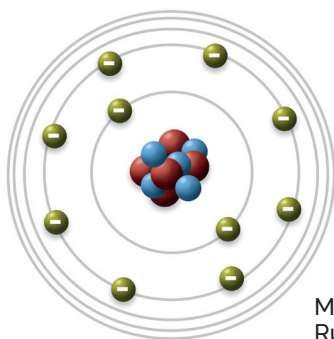
Rutherford previu partículas sem carga no núcleo do átomo, mas essas partículas só foram descobertas em 1932 por James Chadwick, dando à partícula o nome de **nêutron**.

Átomo de Bohr

Em 1913, o físico dinamarquês Niels Henrik David Bohr propôs mudanças ao modelo de Rutherford, por meio de experimentos com gases. Ele observou que um gás emite luz quando uma corrente elétrica passa através dele, devido aos elétrons em seus átomos receberem energia e liberarem aquela energia na forma de luz.

Segundo Bohr, os elétrons giravam em torno do núcleo em órbitas bem definidas, denominadas de **níveis de energia**. Ele propôs que os elétrons poderiam assumir energias quantizadas, ou seja, ter quantidades determinadas de energia de acordo com a camada que o elétron ocupa.

Esse modelo atômico ficou conhecido como modelo Rutherford-Bohr ou modelo dos níveis de energia.



Modelo atômico de Rutherford-Bohr.

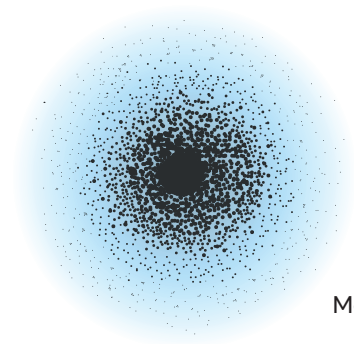


Esse modelo é uma maneira de explicar os fogos de artifício, nos quais os elétrons dos elementos que compõem os fogos de artifício absorverem energia, saltando de um nível energético mais interno para um mais externo. Ao voltar para o nível de origem, eles liberam a energia recebida na forma de luz (radiação eletromagnética).

Átomo atual

O modelo atômico proposto por Bohr explicava o átomo de hidrogênio, mas não os átomos mais complexos. Então, o físico francês Louis de Broglie, a partir da Física Quântica – área do conhecimento que se dedica a descrever sistemas de dimensões reduzidas e subatômicas – estabeleceu que o átomo apresentava o que chamou de dualidade onda-partícula: ora pode realizar movimentos ondulatórios, ora pode ser explicado como partícula. Com base nessa hipótese, o físico Werner Heisenberg postulou o Princípio da Incerteza – aplicado aos elétrons, afirma que seria impossível determinar com certeza a posição deles em um átomo. Portanto, a ideia de trajetórias orbitais bem definidas, proposta por Bohr, não pode ser comprovada.

Com base nessas observações, em 1926, o físico austríaco Erwin Schrödinger propôs que os elétrons não se movimentavam em órbitas específicas, mas sim em uma espécie de nuvem eletrônica. Sendo possível calcular a região de maior probabilidade de encontrar o elétron.



Modelo atômico atual.

Atividades resolvidas

R3. Descreva a composição de cada um dos átomos estudados na unidade em ordem cronológica.

Resolução

Átomo de Dalton – esfera maciça, indivisível e indestrutível.

Átomo de Thomson – esfera carregada positivamente com cargas negativas ao seu redor.

Átomo de Rutherford – núcleo contendo quase toda massa do átomo, onde os prótons e nêutrons (nêutrons foram nomeados depois) estão localizados, e uma eletrosfera onde se encontram os elétrons.

Átomo de Bohr – elétrons giravam em torno do núcleo em órbitas bem definidas, denominadas de níveis de energia.

Átomo atual – os elétrons não se movimentam em órbitas específicas, mas sim em uma espécie de nuvem eletrônica. Sendo possível calcular a região de maior probabilidade de encontrar o elétron.

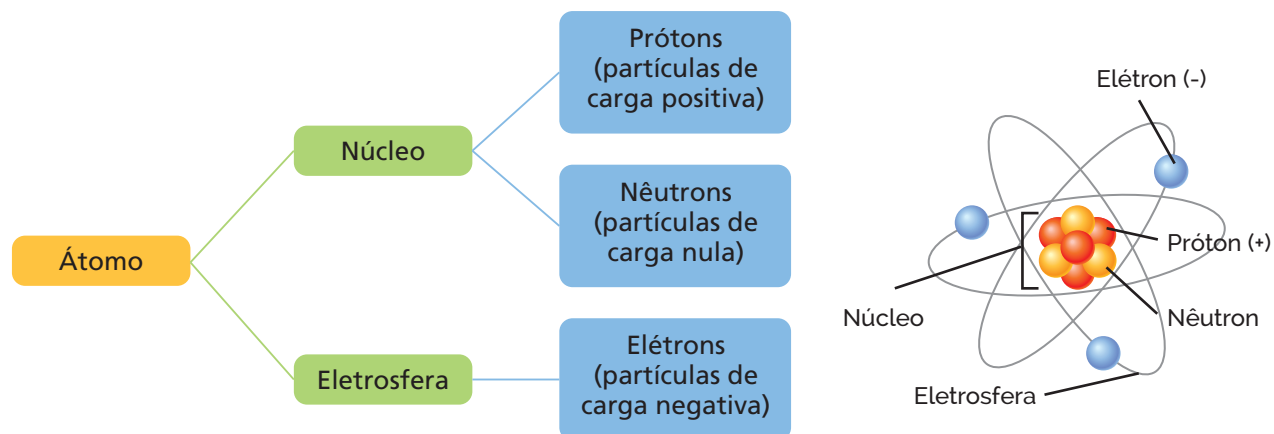
Atividades

3. Relacione os cientistas com as características atômicas do átomo proposto por eles.

- Dalton () Modelo dos níveis de energia.
Thomson () Modelo do átomo nuclear.
Bohr () Modelo esférico.
Rutherford () Modelo do átomo descontínuo.

Partículas atômicas

A estrutura do atômica, para este momento de estudo, resume-se da seguinte maneira:

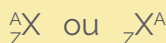


Para estabelecer uma relação entre massas e intensidades de cargas elétricas de prótons, nêutrons e elétrons, foram adotado os seguintes valores como padrão:

Partícula	Massa relativa	Carga
Próton	1	+1
Nêutron	1	0
Elétron	$\frac{1}{1836}$	-1

Conceitos relativos aos átomos

Um **elemento químico** é o conjunto de todos os átomos com o mesmo número atômico, sendo representado da seguinte maneira:



Número atômico (Z): é o número de prótons (p) existentes no núcleo do átomo.

Número de massa (A): é o número de prótons (p) e de nêutrons (n) existentes no átomo.

$$A = Z + n$$

ou

$$A = p + n$$

Cada elemento químico é representado por um símbolo, formado por uma letra maiúscula ou por duas letras, sendo uma maiúscula e outra minúscula, que corresponde ao seu nome derivado do grego e latim ou em homenagem a algo ou alguém.

Exemplos: sódio (Na), cloro (Cl), cálcio (Ca), Hidrogênio (H).

Íons

Um átomo, em seu estado normal, é eletricamente neutro, ou seja, seu número de prótons (p) é igual ao seu número de elétrons (e⁻). No entanto, um átomo pode ganhar ou perder elétrons, formando íons. Quando um átomo **recebe elétrons**, ele se torna um íon negativo, sendo denominado **ânion**. Já quando o átomo perde elétrons, ele se torna um íon positivo, sendo denominado **cátion**.

Exemplo: Na⁺ → *carga do íon
perde 1 elétron*

S²⁻ → *carga do íon
recebe 2 elétrons*

Isótopos, isóbaros e isótonos

Analisando número atômico (Z), número de massa (A) e número de nêutrons (n) de diferentes átomos, é possível encontrar conjuntos de átomos com números iguais. Para identificar quais informações eram iguais, foram criados os seguintes conceitos.

Isótopos: átomos que apresentam o mesmo número atômico (número de prótons) e número de massa diferente. São átomos do mesmo elemento químico.

Exemplo: $^{16}_8\text{O}$ $^{17}_8\text{O}$ $^{18}_8\text{O}$ Z = 8

Isóbaros: átomos que apresentam o mesmo número de massa, mas com número de prótons diferentes.

Exemplo: $^{40}_{20}\text{Ca}$ $^{40}_{19}\text{K}$ A = 40

Isótonos: átomos que apresentam o mesmo número de nêutrons, mas com número atômico e de massa diferentes.

Exemplo: $^{37}_{17}\text{Cl}$ $^{40}_{20}\text{Ca}$ n = 20
n = A - Z = 20 n = A - Z = 20

Isoelétricos: átomos ou íons que apresentam o mesmo número de elétrons.

Exemplo: $^{20}_{10}\text{Ne}$ $^{23}_{11}\text{Na}^+$
e⁻ = 10 e⁻ = 10

Atividades resolvidas

R4. Determine o número de massa (A), número atômico (Z), prótons (p), elétrons (e⁻) e nêutrons (n) do potássio ($^{39}_{19}\text{K}$) e íon potássio ($^{39}_{19}\text{K}^+$).

Resolução

$^{39}_{19}\text{K}$ A = 39; Z = 19; p = 19; e⁻ = 19; n = 20.

$^{39}_{19}\text{K}^+$ A = 39; Z = 19; p = 19; e⁻ = 18; n = 20.

R5. Quais são os números Z, A, n e e⁻ de um ânion de enxofre ($^{32}_{16}\text{S}^{2-}$).

Resolução

$^{32}_{16}\text{S}^{2-}$ A = 32; Z = 16; n = 16; e⁻ = 18; n = 20.

R6. Considere os átomos hipotéticos $^{32}_{16}\text{A}$, $^{32}_{18}\text{B}$ e $^{34}_{18}\text{C}$, determine quais são isóbaros, isótopos e isótonos entre si.

Resolução

$^{32}_{16}\text{A}$ e $^{32}_{18}\text{B}$ são isóbaros, pois apresentam o mesmo número de massa, neste caso, 32.

$^{32}_{18}\text{B}$ e $^{34}_{18}\text{C}$ são isótopos, pois apresentam o mesmo número de prótons, neste caso, 18.

$^{32}_{16}\text{A}$ e $^{34}_{18}\text{C}$ são isótonos, pois apresentam o mesmo número de nêutrons, neste caso, 16.

Atividades

4. Os átomos $^{31}_{15}\text{P}$ e $^{32}_{16}\text{S}$ são considerados:

- a) isótopos. b) isóbaros. c) isótonos. d) isoeletrônicos.

5. Considere os átomos hipotéticos $^{37}_{19}\text{X}$, $^{38}_{20}\text{Y}$, $^{41}_{19}\text{Z}$ e $^{41}_{20}\text{W}$, determine quais são isóbaros, isótopos e isótonos entre si.

6. Qual é a composição nuclear do átomo de $^{138}_{56}\text{Ba}$?

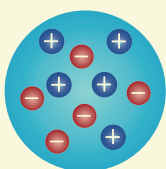
- a) 56 prótons e 158 nêutrons. c) 56 prótons, 82 nêutrons e 56 elétrons.
b) 56 prótons e 102 nêutrons. d) 138 prótons, 82 nêutrons e 56 elétrons.

Resumo

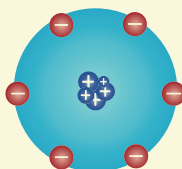
Modelos atômicos



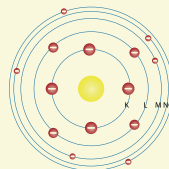
Dalton, 1803



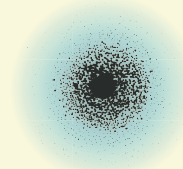
Thomson, 1897



Rutherford, 1911

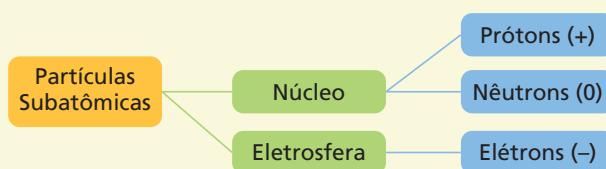


Bohr, 1913

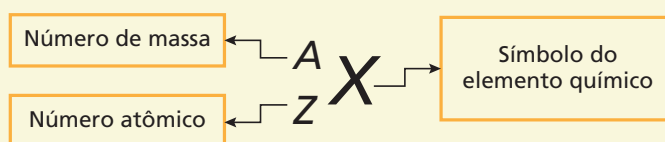


Schrödinger, 1926

Partículas atômicas



Conceitos relativos aos átomos



A = número de massa

Z = número atômico

p = número prótons

e^- = número elétrons

n = número nêutrons

$$A = Z + n \text{ ou } A = p + n$$

Íons

${}_Z^AX^+ \Rightarrow$ cátions

${}_Z^AX^- \Rightarrow$ ânions

Isótopo: mesmo nº Z

Isóbaro: mesmo nº A

Isótono: mesmo nº n

Isoeletrônico: mesmo nº e^-

Avalie o que aprendeu

1. O modelo atômico de qual cientista foi baseado em experimentos com ampolas de Crookes?

- a) Dalton.
- b) Thomson.
- c) Rutherford.
- d) Bohr.

2. O átomo é a partícula que forma toda a matéria e tem sido estudada por milênios por filósofos, alquimistas, físicos e químicos. Porém, o átomo é uma partícula tão minúscula que, mesmo com os avanços tecnológicos, ainda não foi desenvolvido um microscópio capaz de visualizá-lo. Por isso, os cientistas desenvolveram modelos atômicos com base em seus experimentos para explicar como seria tal partícula de acordo com seus estudos. Entre os cientistas, qual deles propôs o modelo atômico mais recente?

- a) Rutherford.
- b) Dalton.
- c) Bohr.
- d) Thomson.

3. (UFJF) Há muito tempo, cientistas do mundo todo procuram por modelos cada vez melhores para explicar o mundo atômico. Sobre os principais modelos atômicos é CORRETO afirmar que:

- a) O modelo atômico de Dalton descreve o átomo como tendo um núcleo extremamente pequeno e denso, e elétrons que circulam em órbitas elípticas ao redor desse núcleo.
- b) O modelo atômico no qual o átomo é esférico com elétrons incrustados foi proposto por Rutherford-Bohr.
- c) O modelo em que o átomo seria uma esfera maciça indivisível foi proposto por Dalton.
- d) Rutherford e Bohr propuseram um modelo atômico em que o átomo consiste em uma partícula muito pequena e indivisível.
- e) Thomson propôs o átomo com um núcleo muito denso e pequeno, e seus elétrons alocados em órbitas circulares muito bem definidas ao redor do núcleo central.

4. (UNEMAT) Em condições específicas, os elétrons nos átomos podem ser excitados para regiões de maior energia da eletrosfera. Quando retornam ao seu estado fundamental, emitem energia que, em alguns casos, está na faixa do comprimento de onda da luz visível. Esse fenômeno ocorre nas exposições de fogos de artifício, das quais mais nos lembramos das cores vivas e clarões brilhantes.

A luz branca pode ser produzida pela oxidação do magnésio ou alumínio metálico em altas temperaturas. A luz amarela é a mais fácil de ser produzida, pois os sais de sódio emitem uma luz intensa em um comprimento de onda de 589 nm. Sais de estrôncio são mais frequentemente utilizados para produzir uma luz vermelha, e a luz verde é produzida por sais de bário. A próxima vez que você assistir a uma exposição de fogos de artifício, observe aqueles que são azuis. O azul sempre foi a cor mais difícil de se conseguir. Atualmente, a cor azul é produzida por uma combinação de cloreto de cobre (II), misturado com pó de cobre e compostos clorados.

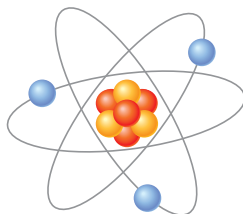
A maneira pela qual os diferentes metais são capazes de produzir cores nos proporciona uma boa compreensão da estrutura dos átomos.



Assinale a alternativa correta que corresponde ao modelo atômico que melhor explica as cores distintas para os diferentes fogos de artifício.

- a) Thomson, pois descreve a existência do núcleo.
- b) Dalton, pois descreve a existência de elétrons.
- c) Rutherford, pois descreve a existência dos nêutrons e dos elétrons.
- d) Bohr, pois descreve níveis eletrônicos de energia para os elétrons.
- e) Thomson, pois descreve os elétrons em camadas.

5. (ACAFE) Os modelos atômicos surgiram para tentar compreender os átomos e as partes que o compõem. As figuras são uma forma prática de tentar representar esses modelos.



Assinale a alternativa que apresenta o modelo atômico, representado pela figura acima.

- a) O modelo atômico de Rutherford postulava que diz que os prótons giram em órbitas circulares que apresentam energia variável e instável, que são os valores que o elétron pode assumir.
- b) O modelo atômico de Thomson que comparava o átomo a um pudim de passas.
- c) O modelo atômico de Bohr foi eficiente ao estabelecer a ideia da existência de níveis de energia no átomo.
- d) O modelo atômico de Dalton sugeria que o átomo era indivisível e maciço.

6. (UEG) Um dos grandes desafios enfrentados pela Química, como ciência, foi desvendar a estrutura da matéria. O assunto foi discutido desde a Grécia antiga, por filósofos como Leucipo e Demócrito, que apresentaram hipóteses sobre a constituição da matéria. No entanto, somente no ano de 1803, o inglês John Dalton (1766-1844) retomou as ideias originais dos filósofos atomistas no desenvolvimento do seu modelo atômico, baseado em resultados experimentais que auxiliaram na comprovação de suas hipóteses. Porém, no método científico, cada modelo atômico proposto manteve a sua validade, até que alguma evidência experimental o contradissesse. Dessa forma, com relação ao modelo atômico de Dalton, o principal fato científico que o levou a ser abandonado foi:

- a) a comprovação da natureza elétrica da matéria, com a descoberta do elétron.
- b) o espalhamento das partículas alfa, realizado por Ernest Rutherford.
- c) a explicação dos espectros de emissão atômica.
- d) a divisão do átomo em núcleo e eletrosfera.
- e) a descoberta da dualidade onda-partícula.

7. (FGV) Considerando que uma medalha de ouro das Olimpíadas de Tóquio seja composta pelos isótopos estáveis prata ($^{107}_{47}\text{Ag}$) e ouro ($^{197}_{79}\text{Au}$), o valor da soma correspondente ao número de nêutrons desses dois isótopos é:

- a) 197.
- b) 107.
- c) 126.
- d) 178.
- e) 304.

8. O número atômico do elemento Y é 40. Os íons Q^{2+} e Y^{3-} são isoeletrônicos. O número de prótons do elemento Q é igual a:

- a) 40.
- b) 41.
- c) 43.
- d) 44.
- e) 45.

9. Assinale a alternativa que apresenta elementos com o mesmo número de nêutrons.

Cr (Z = 24); Mn (Z = 25); Fe (Z = 26); Co (Z = 27); Cu (Z = 29); Zn (Z = 30).

- a) ^{54}Cr e ^{57}Fe .
- b) ^{57}Co e ^{62}Cu .
- c) ^{57}Co e ^{57}Fe .
- d) ^{54}Cr e ^{55}Mn .
- e) ^{55}Mn e ^{63}Zn .

10. (FAMERP) O radioisótopo estrôncio-90 (^{90}Sr) é subproduto importante da fissão nuclear do ^{235}U , fazendo parte do resíduo nuclear de reatores de usinas termonucleares. Esse isótopo foi um dos responsáveis pela contaminação do solo e da água nos arredores das usinas de Chernobil e Fukushima, após os acidentes nucleares ocorridos em 1986 e 2011, respectivamente. O cátion $^{90}\text{Sr}^{2+}$, encontrado no solo nessas ocasiões, apresenta:

Dado: Sr (Z = 38)

- a) 40 prótons, 50 nêutrons e 38 elétrons.
- b) 38 prótons, 90 nêutrons e 40 elétrons.
- c) 45 prótons, 45 nêutrons e 43 elétrons.
- d) 38 prótons, 52 nêutrons e 36 elétrons.
- e) 90 prótons, 90 nêutrons e 92 elétrons.



Representação artística de parte da tabela periódica.

Capítulo 2

Tabela periódica

Observe a imagem ao lado. Que informações podemos extrair dela?

Esse armário foi organizado de maneira a facilitar o dia a dia. Podemos observar que as roupas foram organizadas por paleta de cores e por tipo de peça – camisas e camisetas nos cabides, assim como as calças. Esses grupos de peças estão separados. Os sapatos também estão separados em um outro espaço nesse armário. Podemos observar que, na verdade, vários grupos foram classificados para que essa organização ficasse como estamos vendo.

Na Química, a organização dos elementos químicos para a construção da tabela periódica pode ser comparada à organização de um armário. Ao longo do tempo, cientistas estudaram qual seria a melhor forma de organizar os elementos para que a lógica usada ficasse clara e para que até mesmo os elementos ainda não descobertos tivessem um espaço na tabela.

Nesta unidade, vamos trabalhar como foi essa construção ao longo da história e como podemos trabalhar utilizando essa ferramenta, que é tão útil para os estudos.

Tabela periódica

Construção da tabela periódica

Atualmente, a tabela periódica tem 118 elementos, entre naturais – encontrados na natureza – e artificiais – criados em laboratório. No entanto, nem sempre assim. Inicialmente, em meados do século XIX, eram conhecidos alguns elementos químicos, todos eles naturais.

Os cientistas perceberam que os elementos poderiam ser organizados de acordo com suas propriedades e características, então começaram a tentar organizar esses elementos. A seguir serão, brevemente apresentados alguns formatos de organização dos elementos até o formato atual da tabela periódica.

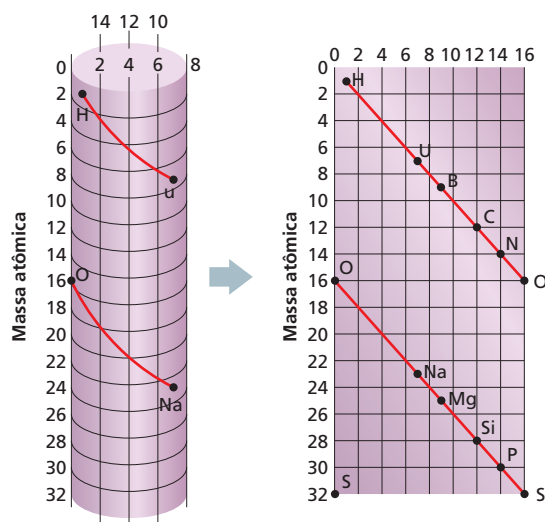
A primeira ideia de organização dos elementos químicos foi proposta pelo químico francês Antoine Laurent Lavoisier em 1789. Ele agrupou os elementos conhecidos em gases, metais, não metais e terras.

No ano de 1829, o químico alemão Johann Wolfgang Dobereiner organizou os elementos em grupos de três, chamados **Triades de Dobereiner**. Cada triade apresentava elementos com números de massa atômica semelhantes, em que a massa do elemento central era a média aritmética dos dois outros elementos da triade. No entanto, esse modelo não conseguiu abranger todos os elementos já descobertos e foi visto apenas como uma coincidência, portanto ganhou força.

I		II		III		IV	
Elemento	Massa atômica	Elemento	Massa atômica	Elemento	Massa atômica	Elemento	Massa atômica
Li	7	Ca	40	S	32	Cl	35,5
Na	23	Sr	88	Se	79	Br	80
K	39	Ba	137	Te	127,5	I	127

Triades de Dobereiner

Passados vários anos, em 1862, o geólogo francês Alexandre de Chancourtois apresentou um novo modelo, que ficou conhecido como **Parafuso Telúrico**. Os elementos foram organizados em ordem crescente de massas atômicas ao longo de uma espiral em volta de um cilindro. Ao redor do cilindro foram feitas dezesseis divisões, e os elementos com propriedades semelhantes eram dispostos uns sobre os outros em volta consecutiva da espiral. Mas esse modelo de organização também não abrangia todos os elementos conhecidos.



Representação do parafuso telúrico de Chancourtois.

Em 1865, o químico e músico inglês John Newlands organizou os elementos em ordem crescente de suas massas atômicas em linhas horizontais com sete elementos cada uma. Esse arranjo ficou conhecido como **Lei das Oitavas**, porque as propriedades do oitavo elemento eram semelhantes às do primeiro e assim sucessivamente. Newland comparou essa repetição com a escala musical e, devido a essa comparação entre Química e música, suas observações receberam muitas críticas e foram desprezadas.

Escala musical	Elementos
Dó	H, F, Cl, ...
Ré	Li, Na, K, ...
Mi	Be, Mg, Ca, ...
Fá	B, Al, Cr, ...
Só	C, Si, Ti, ...
Lá	N, P, Mn, ...
Si	O, S, Fe, ...

Representação do modelo Lei da Oitavas de Newlands.

Em 1866, o químico alemão Julius Lothar Meyer construiu uma tabela distribuindo os elementos em grupos, de acordo com suas **camadas de valência** – que representam os níveis mais externos do átomo onde estão os elétrons. Ele estabeleceu uma relação entre as massas atômicas dos elementos e seus volumes, o que contribuiu significativamente para o desenvolvimento da tabela periódica atual. No mesmo período, o químico russo Dmitri Ivanovich Mendeleev fazia seus estudos para organizar os elementos, de forma muito similar ao trabalho de Meyer.

Em 1869, eram conhecidos mais de 60 elementos, e Mendeleev desenvolveu o trabalho que alavancou o desenvolvimento da tabela periódica. Mendeleev costumava anotar as propriedades dos elementos em fichas, e ao tentar organizá-las, colocou essas fichas em ordem crescente de massa atômica. Em seguida, alterou a disposição, posicionando os elementos em colunas verticais e horizontais, respeitando as semelhanças e características dos elementos, da mesma forma como vemos hoje.

Assim, nasce a **tabela periódica**. Na época, alguns elementos ainda não tinham sido descobertos, mas Mendeleev previu suas posições e deixou os espaços em branco.

Anos depois, em 1913, o químico inglês Henry Gwyn Jeffreys Moseley concluiu que as propriedades dos elementos químicos variam em função do número de prótons, ou seja, da carga nuclear. Ele organizou os elementos em ordem crescente de número atômico, manteve a organização em colunas horizontais e verticais, e posicionou os elementos de mesmas características químicas nas mesmas colunas verticais, formulando assim a tabela periódica atual.

57	La lântânio 138,91	58	Ce cério 140,12	59	Pr praseodímio 140,91	60	Nd neodímio 144,24	61	Pm promécio [145]	62	Sm samário 150,36(2)	63	Eu europeio 151,96	64	Gd gadolínio 157,25(3)	65	Tb terbio 158,93	66	Dy disprósio 162,50	67	Ho hólmio 164,93	68	Er érbio 167,26	69	Tm tulio 168,93	70	Yb itérbio 173,05	71	Lu lutécio 174,97
89	Ac actínio [227]	90	Th tório 232,04	91	Pa protactínio 231,04	92	U urânio 238,03	93	Np neptúnio [237]	94	Pu plutónio [244]	95	Am américio [243]	96	Cm cúrio [247]	97	Bk berquélio [247]	98	Cf califórnio [251]	99	Es einsténio [252]	100	Fm fémio [257]	101	Md mendelévio [258]	102	No nobélio [259]	103	Lr láurécio [262]

Tabela periódica atual

A tabela periódica é composta por colunas verticais chamadas **grupos** e linhas horizontais chamadas **períodos**. Nela, os elementos estão organizados em ordem crescente de número atômico e são representados por seus símbolos, juntamente com seus respectivos números atômicos e números de massa.

Grupos

A sequência de 1 a 18, apresentada na vertical, corresponde aos **grupos** ou famílias. Normalmente, um grupo é caracterizado por apresentar elementos com propriedades químicas semelhantes. Na tabela periódica atual, temos três grandes grupos: o dos metais, **ametais** ou **não metais** e **gases nobres**, conforme indicado na legenda da tabela apresentada anteriormente. Alguns desses grupos ainda recebem nomes mais específicos, como pode ser observado a seguir:

[illegible]

O elemento hidrogênio é representado no grupo 1 da tabela periódica por possuir apenas um elétron no nível mais externo. Porém não apresenta características semelhantes às desse grupo. Ele é capaz de reagir com grande parte dos elementos da tabela.

Períodos

As colunas horizontais são denominadas **períodos**, são enumeradas de 1 a 7 e estão diretamente relacionadas ao **número de camadas eletrônicas** existentes em torno do núcleo do átomo, ou seja, o número do período indica a quantidade de camadas eletrônicas que o átomo possui.

Período	Número de níveis eletrônicos
1º	1 – K
2º	2 – K, L
3º	3 – K, L, M
4º	4 – K, L, M, N
5º	5 – K, L, M, N, O
6º	6 – K, L, M, N, O, P
7º	7 – K, L, M, N, O, P, Q

Elementos representativos e de transição

Os **elementos representativos** correspondem aos elementos químicos dos grupos 1, 2, 13, 14, 15, 16, 17, e 18. Dentre eles, no grupo 18, estão os gases nobres, que por apresentarem baixa reatividade, normalmente não participam de reações químicas, sendo encontrados isolados na natureza.

Os **elementos de transição** correspondem aos elementos químicos dos grupos 3 a 12. Sendo divididos em dois grupos:

- **Elementos de transição interna:** elementos químicos presentes nas séries dos lantanídeos e actinídeos.
- **Elementos de transição externa:** incluem os demais elementos dos metais de transição.

Metais e não metais

Os **metais** compõem a maior parte dos elementos químicos. Entre suas principais características, destacam-se o brilho metálico, a maleabilidade, a condutividade elétrica e térmica, além do fato de serem sólidos à temperatura ambiente. Geralmente, são encontrados na natureza associados a outros elementos, na forma de minérios.



Adobe Stock

Ouro (Au) é um exemplo de metal.

Os **não metais** ou ametais formam substâncias simples e, ao contrário dos metais, são opacos e não são bons condutores de eletricidade e calor, com exceção do carbono grafite. Não são transformados em lâminas ou fios facilmente.



Enxofre (S) é um exemplo de não metal.



O estado físico dos elementos descritos na tabela periódica são todos considerados em temperatura ambiente. Como pode ser observado na tabela anterior, os únicos elementos líquidos à temperatura ambiente são o Mercúrio (Hg) e o Bromo (Br).

Mercúrio – esse metal é utilizado, por exemplo, em termômetro, mineração e em alguns processos industriais.

Atividades resolvidas

R1. Qual é o nome genérico dado aos elementos dos grupos 1, 2, 13, 14, 15, 16, 17 e 18 da tabela periódica?

Resolução

1 – metais alcalinos; 2 – metais alcalino-terrosos; 13 – família do boro; 14 – família do carbono; 15 – família do nitrogênio; 16 – calcogênios; 17 – halogênios; e 18 – gases nobres.

R2. Os elementos A, C, D e J possuem números atômicos, respectivamente, 5, 11, 13 e 14. Quais desses elementos estão no mesmo grupo e quais estão no mesmo período?

Resolução

Consultando a tabela periódica, é possível observar que os elementos A e D estão no mesmo grupo e B e J estão no mesmo período.

Atividades

1. Complete as frases:

a) A tabela periódica atual está organizada em ordem crescente de _____.

b) As colunas da tabela periódica são chamadas de _____ e as linhas são chamadas de _____.

c) O elemento localizado no grupo 1 e no 3º período é o _____.

d) O elemento localizado no grupo 16 e no 5º período é o _____.

2. Na representação da tabela periódica a seguir, as letras correspondem a determinados elementos químicos.

[illegible]

Com base nas informações apresentadas, responda:

a) Indique o elemento que corresponde a um halogênio.

b) Indique o elemento de menor número atômico e o de maior número atômico.

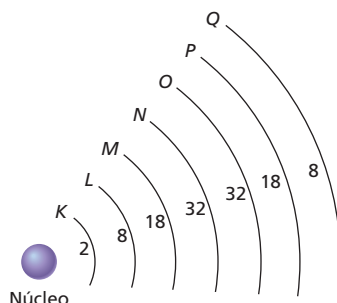
c) Indique qual(is) elementos estão localizados no 5º período.

d) Indique qual elemento está presente no grupo dos metais alcalinos.

e) Indique quais elementos são considerados elementos de transição e quais são representativos.

Distribuição eletrônica

A distribuição eletrônica representa como os elétrons estão distribuídos no átomo. De acordo com o modelo atômico de Bohr, a eletrosfera do átomo é dividida em camadas, mais especificamente em sete camadas denominadas K, L, M, N, O, P e Q. Cada camada (nível de energia) comporta uma quantidade específica de elétrons.



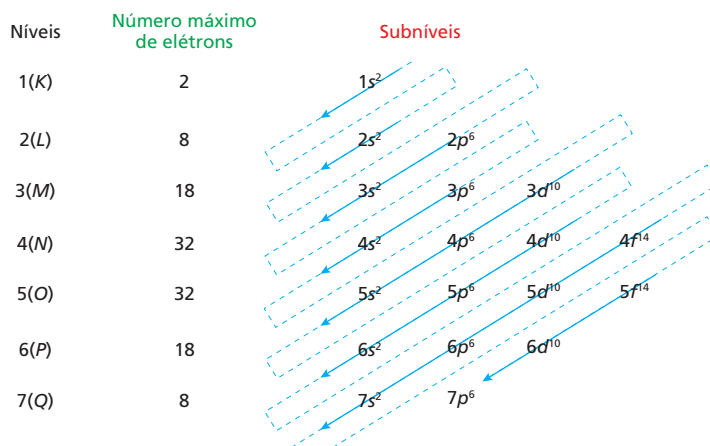
Os números 2, 8, 18, 32, 32, 18 e 8 representam o número máximo de elétrons que cada camada comporta.

Após o estudo de vários cientistas, incluindo Linus Pauling, concluiu-se que os níveis de energia na eletrosfera ainda poderiam ser subdivididos em subníveis, representados pelas letras **s**, **p**, **d** e **f**. Sendo assim, a quantidade máxima de elétrons permitida no nível define quais subníveis estarão presentes em cada camada eletrônica. O esquema a seguir apresenta a quantidade máxima de elétrons em cada subnível.

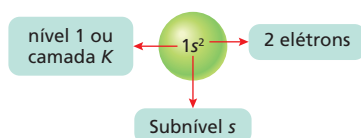
Subnível	s	p	d	f
Número máximo de elétrons	2	6	10	14

Distribuição eletrônica de Linus Pauling

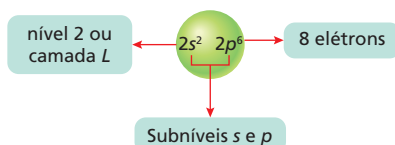
Para facilitar a compreensão em relação aos subníveis, Pauling propôs um diagrama que facilitou a visualização da ordem crescente dos subníveis de energia.



- O nível 1 contém no máximo 2 elétrons, por isso apresenta o subnível **s** com dois elétrons.



- O nível 2 contém no máximo 8 elétrons, por isso apresenta o subnível **s** com dois elétrons e o subnível **p** com seis elétrons.



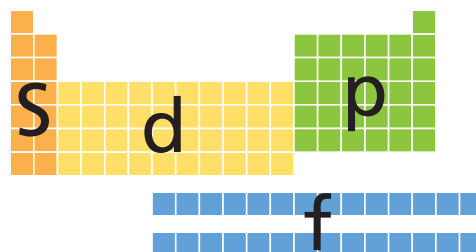
Para se determinar a configuração eletrônica de um átomo no estado fundamental é necessário:

- Verificar o número total de elétrons a serem distribuídos;
- Distribuir os elétrons conforme a ordem crescente de energia dos subníveis, de acordo com o diagrama de Linus Pauling. Para isso, é necessário seguir a ordem das setas do diagrama de distribuição eletrônica. Deve-se considerar que o nível 1 é o de menor energia, e os níveis subsequentes têm maior energia, aumentando a cada nível.

Átomo no estado fundamental: é um átomo eletricamente neutro, ou seja, a quantidade de prótons é igual à sua quantidade de elétrons.

Com base na distribuição eletrônica, é possível localizar o elemento na tabela periódica, pois a última camada eletrônica com elétrons – **camada de valência** – indica o período, e a quantidade de elétrons nessa camada indica o grupo.

Observe a seguir em quais subníveis os elementos representativos e de transição terminam.



Atividades resolvidas

R3. Escreva a distribuição eletrônica nos subníveis de energia para os seguintes átomos e em quais camadas eletrônicas esses elétrons são encontrados:

a) ${}_4\text{Be}$

b) ${}_{17}\text{Cl}$

c) ${}_{20}\text{Ca}$

d) ${}_{34}\text{Se}$

Resolução

a) ${}_4\text{Be}$: $\underbrace{1s^2}_K, \underbrace{2s^2}_L$

b) ${}_{17}\text{Cl}$: $\underbrace{1s^2}_K, \underbrace{2s^2, 2p^6}_L, \underbrace{3s^2, 3p^5}_M$

c) ${}_{20}\text{Ca}$: $\underbrace{1s^2}_K, \underbrace{2s^2, 2p^6}_L, \underbrace{3s^2, 3p^6}_M, \underbrace{4s^2}_N$

d) ${}_{34}\text{Se}$: $\underbrace{1s^2}_K, \underbrace{2s^2, 2p^6}_L, \underbrace{3s^2, 3p^6}_M, \underbrace{4s^2}_N, \underbrace{3d^{10}}_M, \underbrace{4p^4}_N$

R4. Com base na distribuição eletrônica da questão anterior, identifique a localização dos elementos ${}_4\text{Be}$, ${}_{17}\text{Cl}$, ${}_{20}\text{Ca}$ e ${}_{34}\text{Se}$ na tabela periódica.

Resolução

${}_4\text{Be}$: nível 2 (camada L) representa o 2º período e 2 elétrons no subnível **s** ($2s^2$), o que indica o grupo 2. Portanto, o Be encontra-se no 2º período e no grupo 2.

${}_{17}\text{Cl}$: nível 3 (camada M) representa o 3º período e 7 elétrons nesse nível, terminando no subnível **p** ($3s^2, 3p^5$), indicando o grupo 17. Portanto, o Cl encontra-se no 3º período grupo 17.

${}_{20}\text{Ca}$: nível 4 (camada N) representa o 4º período e 2 elétrons nesse nível, terminando no subnível **s** ($4s^2$), indicando o grupo 2. Portanto, o Ca encontra-se no 4º período grupo 2.

${}_{34}\text{Se}$: nível 4 (camada N) representa o 4º período e 6 elétrons nesse nível, terminando no subnível **p** ($4s^2, 4p^4$), indicando o grupo 16. Portanto, o Se encontra-se no 4º período grupo 16.

Atividades

3. Os elementos químicos hipotéticos, W, Y e Z apresentam as seguintes configurações eletrônicas:

W: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^5$;

Y: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$;

Z: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^1$.

Determine a qual período e família esses elementos pertencem.

4. Um átomo apresenta 2 elétrons na primeira camada, 8 elétrons na segunda, 18 elétrons na terceira camada e 5 na quarta camada. A família e o período em que se encontra esse elemento são, respectivamente:

- a) família dos halogênios, quinto período.
- b) família do carbono, quarto período.
- c) família do nitrogênio, quarto período.
- d) família do nitrogênio, quinto período.
- e) família dos calcogênios, sétimo período.

Distribuição eletrônica de íons

Algumas reações químicas envolvem transferência de elétrons. Os metais, por exemplo, têm a tendência de ceder elétrons, tornando-se cátions, enquanto os não metais tendem a receber elétrons, tornando-se ânions. Já os gases nobres apresentam reatividade baixíssima, por isso tendem a não se tornar íons. Suas camadas de valência encontram-se completas, seguindo a **regra do octeto** ou teoria do octeto.

A regra do octeto estabelece que são necessários oito elétrons na camada de valência do átomo para que ele adquira estabilidade eletrônica.

A tabela a seguir apresenta as cargas prováveis para os grupos da tabela periódica.

Grupo	Nome	Tendência	Íon formado
1	Metais alcalinos	Perde 1 elétron	+1
2	Metais alcalino-terrosos	Perde 2 elétrons	+2
13	Família do boro	Perde 3 elétrons	+3
14	Família do carbono	Perde ou ganha 4 elétrons	+4 ou -4
15	Família do nitrogênio	Ganha 3 elétrons	-3
16	Calcogênios	Ganha 2 elétrons	-2
17	Halogênios	Ganha 1 elétron	-1
18	Gases nobres	Tendem a não realizar ligações	

Ao formar um íon, o átomo no estado fundamental perde ou ganha elétrons nas camadas mais externas, sendo necessário retirar ou inserir elétrons no nível e no subnível mais externo.

Atividades resolvidas

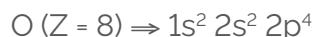
R5. Escreva a distribuição eletrônica nos subníveis de energia para os seguintes átomos e seus respectivos íons:



Resolução



Observe que com a retirada de 2 elétrons, o subnível $3s^2$ é retirado da distribuição eletrônica.



Observe que, ao receber 2 elétrons, o subnível $2p$, inicialmente com 4 elétrons, passa a ter 6 elétrons na distribuição eletrônica.

Atividades

5. Forneça a distribuição eletrônica dos átomos de ferro no estado fundamental (Fe: $Z = 26$) e de seus íons (Fe^{2+} e Fe^{3+}).

Resumo

Períodos – linhas horizontais, são um total de 7. É possível identificar a camada de valência de um átomo de um elemento pela sua posição na tabela periódica.

Grupos – colunas da tabela periódica, são um total de 18. Alguns apresentam nomes:

- 1 – metais alcalinos;
- 2 – metais alcalino-terrosos;
- 13 – família do boro;
- 14 – família do carbono;
- 15 – família do nitrogênio;
- 16 – calcogênios;
- 17 – halogênios;
- 18 – gases nobres.

Elementos Representativos – grupos 1, 2 e de 13 a 18. O número do grupo identifica a quantidade de elétrons na camada de valência de um átomo de determinado elemento químico (no caso dos grupos 13 a 18, o número 1 à frente deve ser desconsiderado). Elementos representativos acabam sua distribuição nos subníveis **s** ou **p**.

Elementos de transição – grupos 3 a 12. Elementos representativos acabam sua distribuição nos subníveis **d** ou **f**. Sendo divididos em dois grupos:

- **Transição externa** – parte central da tabela periódica;
- **Transição interna** – lantanídeos e actinídeos localizados nos 6º e 7º períodos, e são apresentados na parte de baixo da tabela periódica.

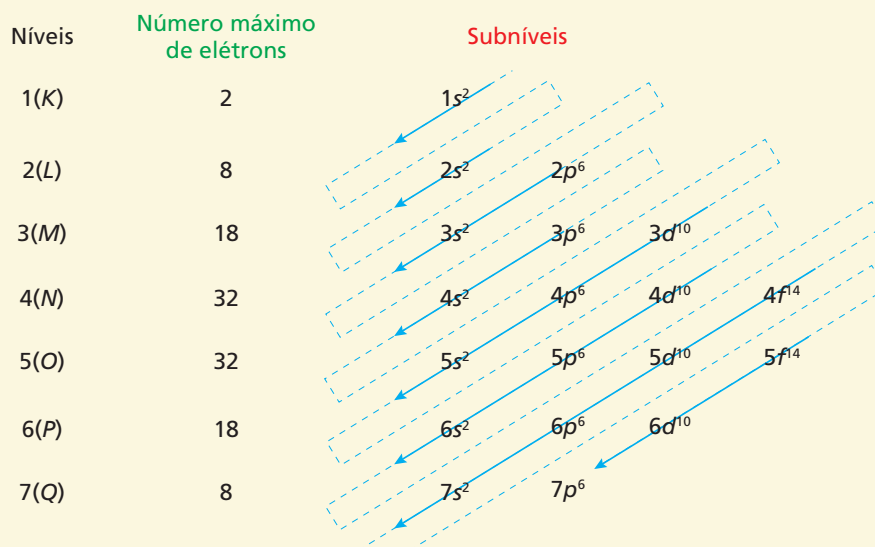
Metais – apresentam tendência de perder elétrons; brilho característico, maleabilidade, ductilidade e bons condutores de eletricidade e calor.

Ametais – apresentam tendência de receber elétrons; opacos, má condução de eletricidade e calor, no estado sólido fragmentam-se com facilidade.

Gases nobres – são encontrados isolados na natureza, apresentam camada de valência completa, sendo pouco reativos.

Hidrogênio – é representado no grupo 1 da tabela periódica por apresentar apenas um elétron no nível mais externo. Porém, não apresenta características semelhantes às desse grupo. Ele é capaz de reagir com grande parte dos elementos da tabela periódica.

Diagrama de Linus Pauling – com ele é possível prever características do átomo, como a quantidade de camadas preenchidas e a quantidade de elétrons em cada camada (nível) e subnível de energia. Uma ferramenta útil para identificar o elemento químico na tabela periódica.



Avalie o que aprendeu

1. (PUC-RS) Uma célula nervosa transmite um sinal elétrico por meio de um mecanismo de transporte de íons sódio para fora da membrana celular e de íons potássio para dentro da membrana celular. As configurações eletrônicas para os íons Na^+ e K^+ são, respectivamente, _____.

Dados: Na ($Z = 11$); K ($Z = 19$).

- a) $1s^2 2s^2 2p^6$ e $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$
- b) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ e $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$
- c) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ e $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$
- d) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ e $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$

2. (Uepg) Considerando que um átomo apresenta o seu subnível $3s^1$, o mais energético, assinale o que for correto.

- 01) Esse átomo apresenta três níveis energéticos ou camadas eletrônicas.
- 02) O número total de elétrons desse átomo no estado fundamental é 11.
- 04) Esse átomo pertence à família dos metais alcalinos.
- 08) Esse átomo tem a tendência de formar cátions de carga +1.

3. (PUC-RJ) Ao consultar a tabela periódica dos elementos, observa-se que, na última camada do átomo do elemento:

- a) cálcio, há 4 elétrons.
- b) hidrogênio, há 8 elétrons.
- c) bismuto, há 6 elétrons.
- d) argônio, há 2 elétrons.
- e) iodo, há 7 elétrons.

4. (Uea) Um átomo de certo elemento químico utilizado para recobrimento de metais possui 28 nêutrons e a sua distribuição eletrônica termina em $3d^4$.

O número atômico (Z) e o número de massa (A) desse elemento são, respectivamente, iguais a:

- a) 24 e 52.
- b) 16 e 44.
- c) 22 e 50.
- d) 22 e 52.
- e) 14 e 42.

5. (Uea) O óleo diesel, um derivado do petróleo, é o principal combustível do mercado brasileiro. Esse combustível é formado, principalmente, por átomos de carbono e hidrogênio com baixas concentrações de compostos com átomos do elemento X, átomos do elemento Y e átomos do elemento Z.

Considere as seguintes configurações eletrônicas no estado fundamental para os átomos dos elementos X, Y e Z:

Elemento X: K = 2; L = 8; M = 6

Elemento Y: K = 2; L = 5

Elemento Z: K = 2; L = 6

Os elementos X, Y e Z presentes no óleo diesel são, respectivamente:

Dados: C (Z = 6); N (Z = 7); O (Z = 8); P (Z = 15); S (Z = 16).

- a) oxigênio, enxofre e nitrogênio.
- b) enxofre, nitrogênio e fósforo.
- c) oxigênio, enxofre e carbono.
- d) enxofre, nitrogênio e oxigênio.
- e) nitrogênio, enxofre e carbono.

6. (UEPG) Sobre a classificação periódica dos elementos e suas características eletrônicas, assinale o que for correto.

- 01) O sódio (Z = 11) encontra-se no grupo 1 e no terceiro período da tabela periódica.
- 02) O iodo (Z = 53) encontra-se no quarto período da tabela periódica e, no estado fundamental, apresenta 7 elétrons no último nível energético.
- 04) O cálcio (Z = 20) encontra-se no grupo 2 da tabela periódica e no quarto período.
- 08) O gálio (Z = 31) encontra-se no quarto período da tabela periódica e, no estado fundamental, apresenta 3 elétrons no último nível energético.

7. De acordo com a tabela periódica, assinale o que for correto.

Dados: $_{11}\text{Na}$; $_{15}\text{P}$; $_{20}\text{Ca}$; $_{31}\text{Ga}$.

- 01) O elemento químico com Z = 11 se encontra no grupo 1 e no período 3.
- 02) O elemento com Z = 20 se encontra no grupo 2 e no período 4.
- 04) O elemento químico que se encontra no grupo 4 e no período 3 possui número atômico igual a 15.
- 08) O elemento químico que se encontra no grupo 3 e no período 4 possui número atômico igual a 31.

8. (Ifsul) Para que nosso organismo funcione bem, é fundamental a presença de alguns metais, dentre eles: o Sódio, o Magnésio, o Ferro, o Zinco e o Cálcio.

Dados:

$_{24}\text{Cr}$ (grupo 6); $_{26}\text{Fe}$ (grupo 8); $_{30}\text{Zn}$ (grupo 12).

$_{11}\text{Na}$ (grupo 1); $_{12}\text{Mg}$ (grupo 2); $_{20}\text{Ca}$ (grupo 2).

A respeito desses metais, é correto afirmar que o:

- a) cromo, o ferro e o zinco são metais de transição interna.
- b) cálcio e o magnésio apresentam propriedades semelhantes.
- c) ferro apresenta seis elétrons no subnível mais afastado do núcleo.
- d) sódio e o magnésio são metais alcalinos e apresentam um elétron na camada de valência.

9. (Ifsul) Um elemento X é o metal mais abundante da crosta terrestre. À temperatura ambiente, é sólido e classificado como representativo, e o seu subnível mais energético é 3p¹. A sua leveza, condutividade elétrica e resistência à corrosão conferem-lhe uma multiplicidade de aplicações.

Dados: C (Z = 12); Al (Z = 13); Na (Z = 23); Fe (Z = 26)

Esse elemento é o:

- a) Al.
- b) C.
- c) Fe.
- d) Na.



Acelere o Saber



CIÊNCIAS DA NATUREZA

MÓDULO 2

BIOLOGIA



Shutterstock

Larvas de águas-vivas, que se reproduzem por alternância de gerações.

Capítulo 1

Reprodução dos seres vivos

Sabendo-se que a vida não surge espontaneamente, ou seja, é dependente da reprodução de seres vivos preexistentes, ela é fundamental para que o ciclo de vida ocorra em todas as espécies. Isso possibilita a formação de novos indivíduos, a renovação da população, a manutenção, o desenvolvimento e evolução da espécie.

Considerando seu conhecimento atual, é possível afirmar que todos os seres vivos se reproduzem da mesma maneira? Explique.

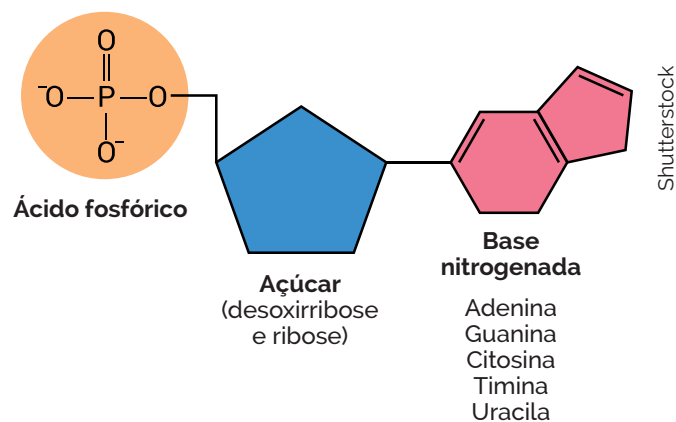
Reprodução dos seres vivos

O núcleo e o DNA

O núcleo é o grande centro de comando das células. Nele, está contido o DNA (ácido desoxirribonucleico) que controla as funções celulares e é responsável pela transmissão das características hereditárias.

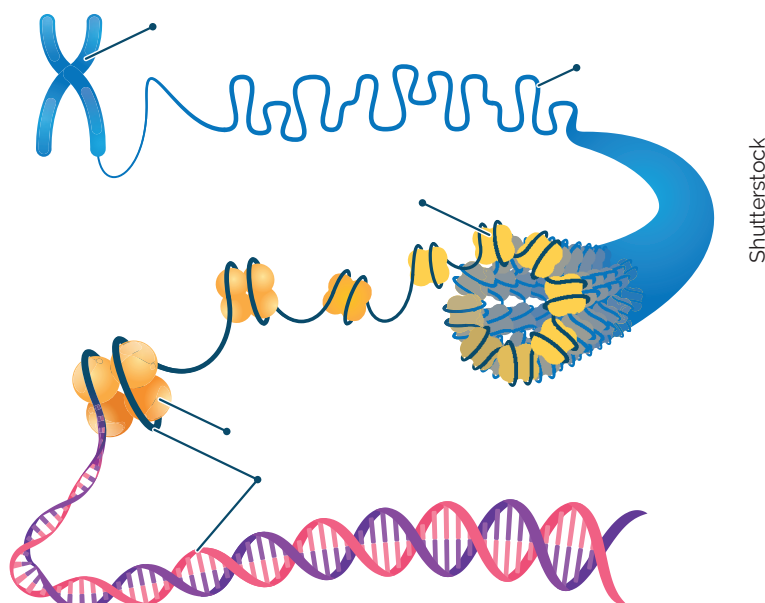
O **DNA** é uma molécula em forma de fita que se organiza em uma dupla-hélice espiralada, a qual é constituída por unidades denominadas **nucleotídeos**. Cada nucleotídeo é formado por uma base nitrogenada (adenina, guanina, citosina e timina), um açúcar – denominado desoxirribose – e um grupamento de fosfato.

Os ácidos nucleicos são formados por nucleotídeos e, cada nucleotídeo é composto por três substâncias: um ácido fosfórico, um açúcar e uma base nitrogenada.



Nucleotídeo, que forma os ácidos nucleicos DNA e RNA.

Os **genes** são segmentos da molécula de DNA, responsáveis pela determinação de uma característica hereditária (por exemplo, a cor dos olhos). Eles são compostos por sequências de DNA que definem uma característica específica, como se fosse um código, para produzi-la.



O DNA presente no núcleo das células pode ser encontrado na forma de cromossomos quando ele se condensa.

Quando a célula não está em processo de divisão celular, o DNA está na forma de filamentos dispersos no interior do núcleo. Também é nessa fase que ocorre a replicação (duplicação) do DNA, permitindo que cada cromossomo seja formado por dois filamentos idênticos, na forma de bastões duplos, denominados cromátides-irmãs.

Durante a divisão celular, o cromossomo sofre um enrolamento sobre si mesmo e se espiraliza, apresentando-se bem compactado. As cromátides permanecem ligadas entre si por meio de um pequeno estrangulamento chamado centrômero, que divide o cromossomo em dois braços.

Número de cromossomos

Na maioria das espécies, os cromossomos existem aos pares no interior das células. Cada um desses pares apresenta o mesmo tamanho, formato e estrutura genética. Os cromossomos de cada par são denominados homólogos, exceto os cromossomos X e Y, que são diferentes (não homólogos).

Os pares cromossômicos resultam do processo de fecundação, pois cada célula reprodutiva colabora com a metade dos cromossomos, ou seja, uma parte vem da mãe e a outra do pai.

Assim, a célula formada, denominada zigoto (célula-ovo), possui cromossomos homólogos e, por meio de sucessivas divisões celulares, origina a grande maioria das células do corpo.

São denominados **cromossomos autossômicos** aqueles que são responsáveis por armazenar o material genético que há em comum em toda aquela espécie, incluindo as características comuns entre os sexos. Na espécie humana, existem 22 pares de cromossomos autossômicos. Os **cromossomos sexuais** ou **heterossomos**, estão relacionados com a determinação do sexo biológico do indivíduo, que, na espécie humana, é apenas um par, sendo do tipo XX nas mulheres e do tipo XY nos homens.

Estas são chamadas de células somáticas, apresentando em sua constituição, o número cromossômico denominado **diploide**, que é representado por **2n**. Nas células sexuais, há somente um cromossomo de cada par, por isso são chamadas **haploides** e representadas pela letra **n**.

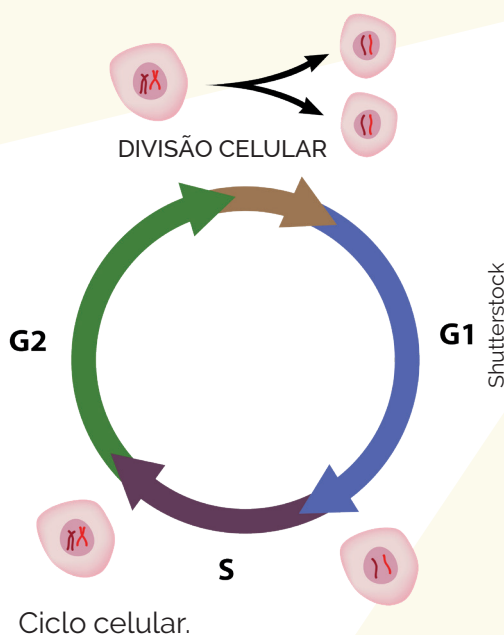
Na espécie humana: células diploides ($2n$) = 46 cromossomos

células haploides (n) = 23 cromossomos

Ciclo celular

O ciclo celular é o período no qual ocorre um conjunto de processos no interior de uma célula, desde a sua formação até a divisão em duas novas células-filhas. Em cada ciclo celular, o DNA é replicado corretamente e apenas uma vez, e suas cópias são compartilhadas igualmente entre as células-filhas.

Durante esse ciclo, ocorrem duas etapas: a interfase e a divisão celular.



Interfase

É a fase mais longa do ciclo celular, com intensa atividade metabólica, como a síntese de proteínas, o crescimento celular e a replicação do DNA. A interfase corresponde a um período entre duas divisões celulares.

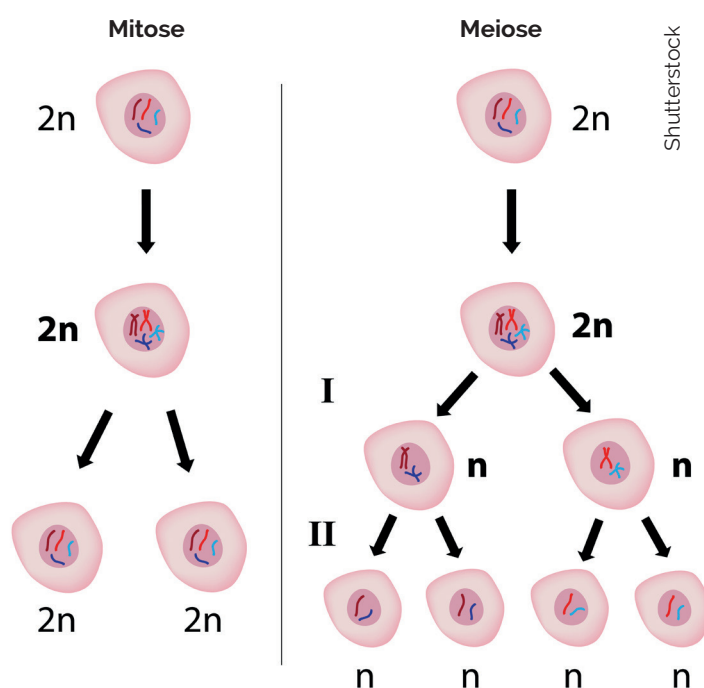
No período **G1**, a célula cresce e realiza uma intensa síntese proteica. No período **S**, ocorre a replicação do DNA. Ao final desse período, a célula apresenta o dobro de DNA, ou seja, seu DNA é replicado (duplicado) em quantidade adequada para a divisão entre as células-filhas. No período **G2**, o DNA já está replicado, assim como os centríolos, e ocorrem os preparativos finais para o início da divisão celular.

Divisão celular

Durante os processos de divisão, o núcleo e a célula sofrem modificações. São dois os tipos de divisão celular.

A mitose ocorre quando uma célula dá origem a duas outras com o mesmo número de cromossomos da célula inicial. É o tipo de divisão realizada durante a reprodução assexuada, e ocorre no crescimento dos organismos multicelulares e na regeneração de tecidos.

A meiose ocorre quando uma célula dá origem a outras quatro, cada uma com a metade do número de cromossomos da célula inicial. Os gametas, na maioria dos casos, são formados por esse processo.



A mitose produz células diploides, e a meiose produz células haploides, que são os gametas.

Mitose

A mitose ocorre tanto em células diploides ($2n$) ou somáticas de um organismo quanto em células haploides (n) de certas fases da vida das plantas.

Nos seres unicelulares eucariontes, a divisão corresponde à reprodução assexuada que eles realizam. Nos seres multicelulares, a divisão celular também é importante para o crescimento do organismo.

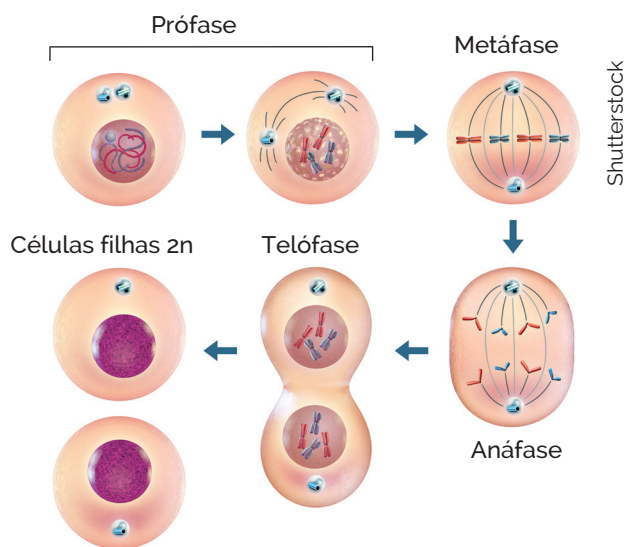
A mitose é uma divisão **equacional**, pois possibilita a distribuição equitativa do número cromossômico e da informação genética da célula. Nos organismos multicelulares, esse processo permite o desenvolvimento embrionário, o crescimento e a manutenção celular.

A **prófase** é a primeira fase da mitose. Durante essa fase, os cromossomos ficam visíveis em virtude da sua condensação, a membrana nuclear desorganiza-se e, nas células animais, os centríolos, que se duplicaram na interfase, migram para os polos da célula. Em torno dos centríolos, formam-se fibras que constituem o áster, o qual origina os filamentos proteicos entre os centríolos, ou seja, as fibras do fuso. O nucléolo desaparece e o seu material é distribuído pela célula.

Na **metáfase**, os cromossomos condensam-se totalmente (tornando-se visíveis em microscopia óptica), ligam-se às fibras do fuso e se alinham na região mediana da célula, formando a **placa equatorial**.

Durante a **anáfase**, ocorre a separação dos centrômeros, e as cromátides migram para os polos da célula em virtude do encurtamento das fibras do fuso. As cromátides-irmãs migram para polos opostos da célula. A posição ocupada anteriormente pelos cromossomos duplicados garante que ocorra uma distribuição idêntica do material genético para os dois polos. Cada cromossomo, que era formado por dois filamentos condensados de DNA, passa a ser formado por um filamento simples.

A **telófase** é a última fase da mitose e apresenta características contrárias às da prófase, como a desespiralização dos cromossomos. Nessa fase, cromossomos descondensam-se, as fibras do fuso desintegram-se, a membrana nuclear se reorganiza e o nucléolo reaparece. Ocorre a **citocinese**, que é a divisão do citoplasma, formando duas novas células-filhas com o mesmo número de cromossomos da célula original, e a distribuição das organelas entre as células-filhas.

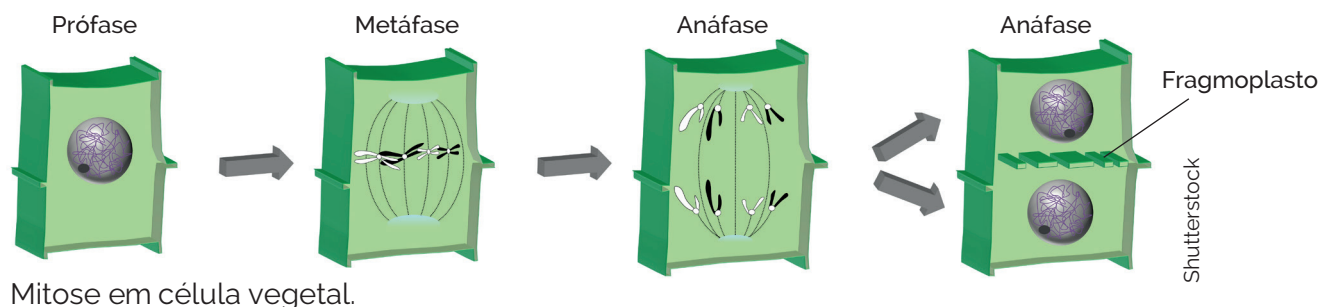


Fases da mitose.

Mitose nas células vegetais

Nas células vegetais, a mitose apresenta algumas diferenças em relação às células animais. Como as células vegetais não possuem centríolo, não são formados os ásteres. No entanto, as fibras do fuso são formadas.

Na célula vegetal, a citocinese inicia no centro da célula, pois a parede celular rígida impede a divisão do citoplasma por estrangulamento. Nesse caso, as vesículas originadas do complexo golgiense se dispõem na região equatorial, formando o fragmoplasto, que origina a primeira camada da parede celular, chamada lamela média (lâmina central). Essa citocinese é dita centrífuga.



Mitose em célula vegetal.

Meiose

A meiose é uma divisão **celular reducional**, na qual ocorre a redução do número de cromossomos pela metade, possibilitando a formação de células reprodutoras ou gametas, que apresentam a metade do número cromossômico (**n**) das células diploides (**2n**). A redução do número de cromossomos nos gametas é necessária para que, após a fecundação, o número de cromossomos da espécie deve ser reconstituído, formando um novo organismo diploide.

A divisão por meiose é mais complexa do que a mitose e ocorre em duas etapas sucessivas. Ao final das duas divisões que caracterizam a meiose, são formadas quatro células-filhas haploides. As duas divisões são: meiose I, que é reducional, e a meiose II, que é equacional.

Assim como ocorre na mitose, antes da meiose também ocorre a interfase, na qual a célula sofre a replicação do DNA, mantendo seus cromossomos duplicados durante a primeira divisão da meiose.

As duas etapas, ou divisões da meiose, apresentam subdivisões didáticas, em que ocorrem processos típicos em cada uma delas.

Meiose I

É a etapa **reducional** da meiose, subdividida nas seguintes fases:

A **prófase I** é a fase mais longa da meiose. Nela, os cromossomos adquirem diversos aspectos que são evidenciados em cinco subfases: leptóteno, zigóteno, paquíteno, diplóteno e diacinese.

Os cromossomos homólogos, já duplicados, se colocam lado a lado, realizando um pareamento físico denominado **sinapse**. Cada sináptico é chamado de tétrade, pois apresenta quatro cromátides bem visíveis. O emparelhamento dos homólogos possibilita a troca de segmentos, conhecida como *crossing-over* ou permuta, entre as cromátides unidas. Essa permuta tem uma grande importância para aumentar a variabilidade entre as espécies. Os locais onde ocorre a permuta entre os genes são vistos com maior clareza, formando os pontos de cruzamento chamados **quiasmas**.

Na **metáfase I**, os pares de cromossomos homólogos ficam pareados no centro da célula e se mantêm ligados às fibras do fuso.

A **anáfase I**, em razão do encurtamento das fibras do fuso, os cromossomos homólogos separam-se e são movidos para os polos opostos da célula, permanecendo ainda duplicados.

Na **telófase I**, o citoplasma se divide (citocinese) em duas células-filhas haploides, pois passam a ter a metade do número cromossômico da célula original. Então, verifica-se uma breve interfase, na qual não ocorre a replicação do DNA, uma vez que os cromossomos já estão formados por duas cromátides.

Meiose II

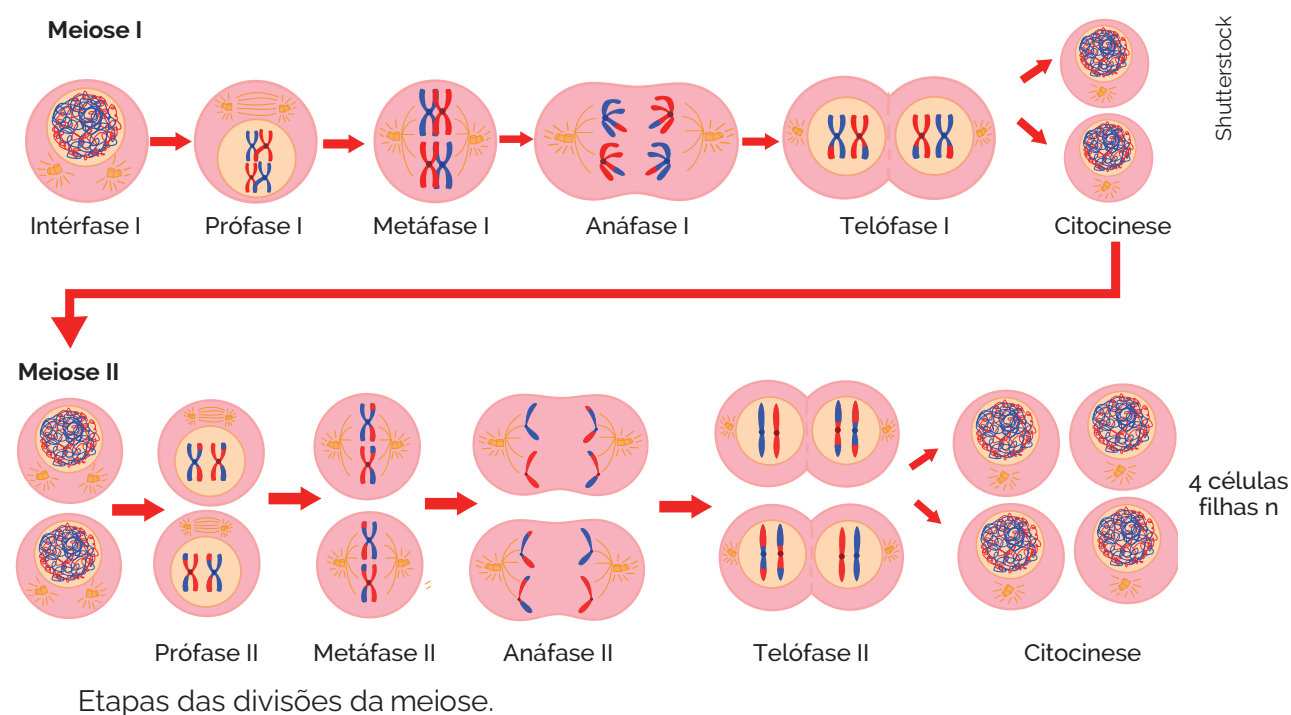
A etapa **equacional** da meiose é mais rápida e simples. Como já ocorreu a redução do número de cromossomos, esse número se mantém. No entanto, os cromossomos não permanecem duplicados, como na meiose I. Suas subdivisões são as seguintes:

A **prófase II** é uma fase bastante rápida, em que o envoltório nuclear é removido e um novo fuso acromático é formado.

Na **metáfase II**, os cromossomos encontram-se bem condensados no centro da célula.

Na **anáfase II**, ocorre a separação das cromátides-irmãs para os polos da célula. Na anáfase I, eram os cromossomos duplicados que se separavam.

Na **telófase II**, os cromossomos chegam aos polos celulares, desespiralizam-se e começam a ser envolvidos por uma nova membrana nuclear. Cada célula divide-se em duas, formando 4 células filhas haploides (n).



Os processos reprodutivos

O ciclo de vida dos seres vivos compreende etapas diversas entre o nascimento e a morte de um indivíduo, marcadas por transformações que ocorrem ao longo do tempo. As principais etapas do ciclo de vida são: nascimento, crescimento, reprodução e morte.

Ao atingir a etapa de reprodução, os seres vivos podem gerar novos indivíduos semelhantes a eles. A reprodução é fundamental para a manutenção das espécies, uma vez que os seres vivos só surgem a partir de outros seres vivos. Isso permite a renovação das populações e a continuidade delas em seus ambientes naturais.

Existem diferentes tipos de reprodução, que podem ser agrupados em duas grandes categorias: a reprodução assexuada e a sexuada.

Os processos de **reprodução assexuada** produzem descendentes geneticamente idênticos aos organismos parentais que lhes deram origem. A desvantagem da reprodução assexuada é que não há geração de diversidade genética, e qualquer variação genética observada em populações que se reproduzem assexuadamente é resultado de mutação.

O processo de **reprodução sexuada** envolve troca e mistura de material genético entre indivíduos de uma mesma espécie. Os organismos que surgem por reprodução sexuada assemelham-se aos pais, mas não são idênticos a eles. É um processo reprodutivo mais complexo e com maior demanda de energia em relação a reprodução assexuada, mas oferece mais vantagens aos seres vivos e está mais presente nos diferentes grupos.

Reprodução assexuada

Nos mecanismos reprodutivos assexuados, os organismos geram descendentes por meio de divisões celulares (mitoses nos eucariontes), havendo a participação de apenas um indivíduo. Nas células procarióticas, como as bactérias e cianobactérias, ocorrem os processos de replicação do DNA e divisões do citoplasma, sem a ocorrência de processo mitótico.

Na mitose, não ocorrem trocas de segmentos dos cromossomos (*crossing-over*). Isso faz com que as células-filhas sejam geneticamente iguais à célula-mãe, a não ser que ocorram mutações. Nesse processo, não ocorre a participação de gametas, e, por isso, os organismos formados são geneticamente idênticos àqueles que lhes deram origem, sendo denominados **clones**.

A reprodução assexuada pode ocorrer de diferentes formas em organismos unicelulares, fungos, protistas, alguns animais invertebrados e plantas.

Em plantas, é possível obter novos indivíduos a partir de partes de órgãos vegetativos, como caule, folhas ou raízes, para originar uma nova planta geneticamente idêntica à original. Essa forma de clonagem vegetal denomina-se **propagação vegetativa**. Nas grandes produções agrícolas, a reprodução vegetativa é utilizada para produção de mudas. Entre as vantagens dessa forma de reprodução,

destaca-se a rapidez na propagação e na reprodução, bem como a produção de vários descendentes com o mesmo padrão de qualidade da planta mãe. No entanto, a desvantagem desse processo é a baixa variabilidade genética, uma vez que os descendentes são todos clones do indivíduo original, tornando a espécie pouco resistente a possíveis alterações ambientais.



As batatas, que são caules subterrâneos, produzem brotos que, quando plantados, originam uma nova planta.

A **bipartição** ou **cissiparidade** é uma forma de reprodução que permite aos seres unicelulares dividirem-se em dois, originando novos indivíduos idênticos. De modo geral, esse mecanismo reprodutivo ocorre com bactérias, protozoários e algas unicelulares. Por exemplo, algumas bactérias se duplicam muito rapidamente, em poucos minutos, mas por serem consideradas procariontes, sua duplicação não é por mitose.

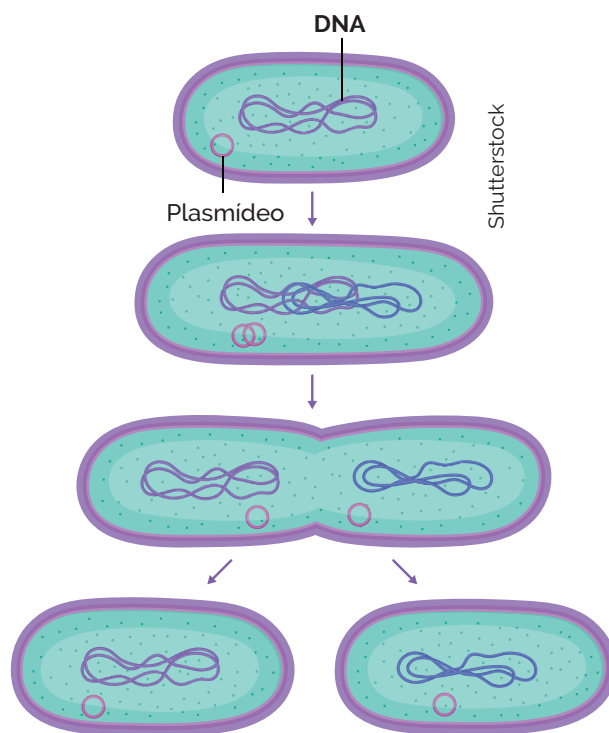


Ilustração mostrando bipartição em uma bactéria.

Na reprodução por **esporulação**, são formadas células especiais chamadas esporos, as quais são liberadas e não possuem reservas nutritivas. Para germinarem, é necessário que caiam em locais com condições ambientais adequadas ao seu desenvolvimento, gerando assim novos indivíduos. A produção de esporos é observada em fungos, plantas, algas e protozoários.



Imagem mostrando esporos do bolor de pão.

O **brotamento** ou **gemulação** é um tipo de reprodução assexuada na qual se formam agrupamentos de células na superfície do corpo do animal, denominados gemas ou brotos. À medida que os brotos crescem, podem separar-se, desenvolvendo um novo organismo ou podem permanecer unidos, formando as colônias. O brotamento é observado principalmente em poríferos (esponjas) e cnidários (hidras e corais), além de alguns fungos.



Foto de uma hidra, pequeno animal de água doce, com um broto na lateral de seu corpo.

Outra forma de reprodução assexuada é a **fragmentação** ou **regeneração**. Ela ocorre quando o organismo sofre fragmentação de seu corpo em partes menores, e os fragmentos conseguem regenerar-se por mitose, formando novos indivíduos. Esse fenômeno ocorre em grupos de animais mais simples, como poríferos, cnidários, equinodermos (estrela-do-mar) e platelmintos, como a planária.



Imagem mostrando fragmentos de planária que se regeneram para formar novos indivíduos.

Reprodução sexuada

Na reprodução sexuada, ocorre a recombinação de material genético (recombinação gênica), caracterizada pela formação de gametas (gametogênese) e pela fecundação ou fertilização (união dos gametas). Nesse processo, ocorre a alternância entre meiose, que originam células haploides com metade dos cromossomos das outras células, e a fecundação, que restaura o número diploide de cromossomos.

Com o aumento da variabilidade, aumentam as chances de adaptação da espécie a um determinado ambiente. Essa é a principal vantagem da reprodução sexuada.

Na reprodução sexuada, os gametas masculino e feminino unem-se por meio da **fecundação** para formar uma nova célula, o **zigoto** ou célula-ovo, que se multiplica e origina um novo indivíduo.

Os organismos denominados **monoicos** ou **hermafroditas** apresentam estruturas sexuais masculinas e femininas no mesmo corpo. Geralmente, essas estruturas não produzem gametas masculinos e femininos ao mesmo tempo, fato que impede a ocorrência da autofecundação, um mecanismo que diminui a variação genética.

Entre os animais monoicos, estão as minhocas, sanguessugas, planárias, tênias, entre outros. Nas plantas, existem várias espécies consideradas monoicas, cujas flores apresentam os sistemas reprodutores masculino e feminino.

Os organismos **dioicos** ou **unissexuados** são os que possuem sexos separados, com indivíduos apresentando estruturas reprodutoras masculinas ou femininas. A maioria dos animais pertence à espécie dioica.

Fecundação

A fecundação nos animais acontece quando um espermatozoide consegue atravessar a membrana do ovócito secundário, desencadeando o processo de fecundação. O núcleo do gameta masculino entra em contato com o do gameta feminino, levando à ruptura de suas membranas e à ocorrência da **cariogamia**, ou seja, a fusão dos núcleos. Rapidamente, os cromossomos se organizam, formando o zigoto, que se prepara para a primeira divisão celular por mitose.

A **autofecundação** ocorre em seres monoicos quando o gameta masculino fecunda o gameta feminino do próprio indivíduo que os produziu. Esse processo ocorre, por exemplo, em tênias ou solitárias (*Taenia* sp.) e algumas plantas. Os descendentes produzidos por autofecundação apresentam menor variabilidade genética, pois os gametas provêm do mesmo indivíduo.

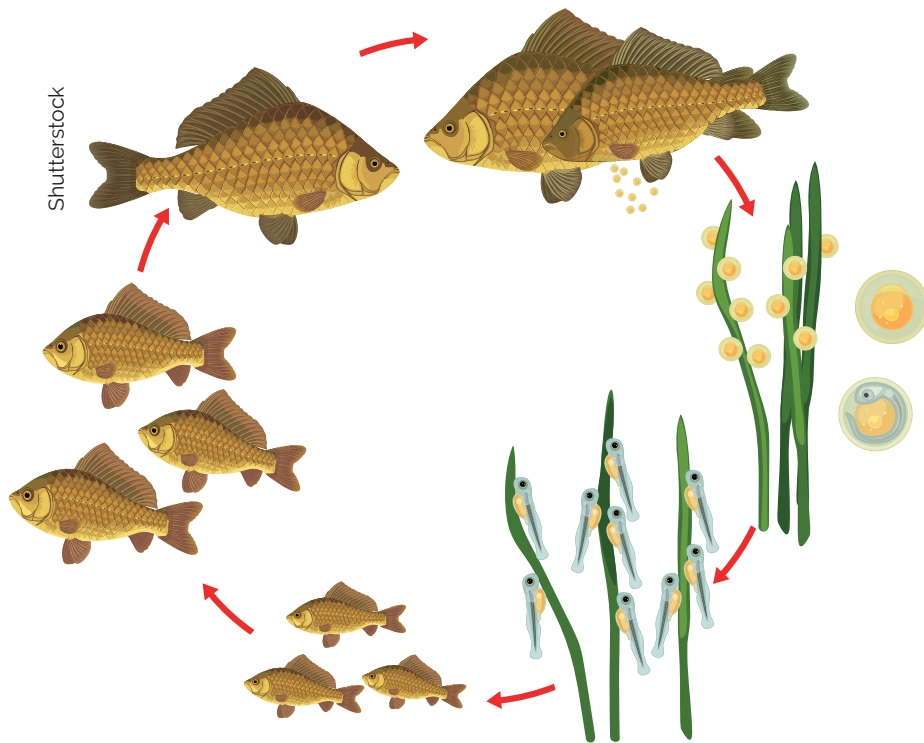
A **fecundação cruzada** permite a recombinação de genes, pois necessita de dois parceiros sexuais. Esse tipo de fecundação ocorre em organismos dioicos e monoicos, possibilitando o aumento da variação genética. A minhoca, que é um animal monoico, realiza fecundação cruzada com a troca recíproca de espermatozoides.



A imagem mostra a fecundação cruzada em minhocas.

Shutterstock

Quando a fecundação ocorre **fora do organismo**, chamamos de **fecundação externa**. Nesse caso, o processo geralmente se dá na água, e existe a necessidade de um grande número de gametas para garantir sua ocorrência, pois o ambiente externo apresenta diversos fatores de risco, como a ação de predadores. Realizam fecundação externa os peixes, os anfíbios, os cnidários (corais), os equinodermos (estrelas-do-mar), entre outros.



Na fecundação externa em peixes, os gametas são liberados na água, onde ocorre seu encontro e fertilização.

Quando a fecundação acontece dentro do corpo do animal, é denominada **fecundação interna**, como em muitos insetos e animais vertebrados, como mamíferos, aves e répteis. Esse tipo de fecundação foi uma das adaptações evolutivas que permitiu aos répteis viverem em ambiente terrestre.



Acasalamento com fecundação interna em besouros.

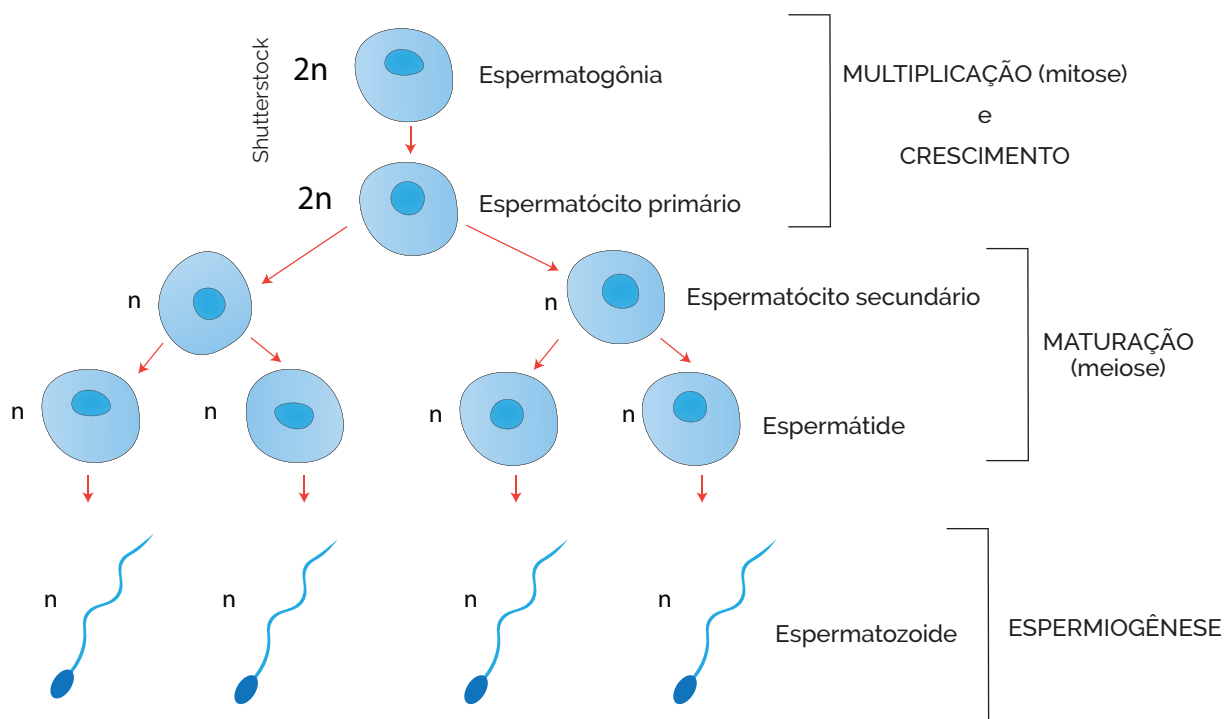
Gametogênese

Como os gametas são haploides (**n**), é necessário que as células das gônadas (glândulas sexuais), originalmente diploides, sofram uma redução cromossômica durante a meiose, para que o número de diploide se restabeleça após a fecundação. Esse processo de produção de gametas é denominado gametogênese e ocorre nas glândulas sexuais ou gônadas.

Os espermatozoides são produzidos nos testículos pela espermatogênese. Os óvulos (na espécie humana, ovócitos) são produzidos nos ovários por ovogênese ou ovulogênese.

A espermatogênese e a ovogênese são semelhantes e podem ser divididas, basicamente, em três fases: multiplicação, crescimento e maturação. Porém, na espermatogênese, ocorre ainda a fase de especialização, conhecida como espermiogênese.

A **espermatogênese** inicia-se na puberdade masculina, em torno dos doze anos de idade. Esse mecanismo se processa no interior dos testículos, na parede dos túbulos seminíferos, pequenos tubos que constituem os testículos, junto às células que nutrem os espermatozoides e às células que secretam a testosterona, o hormônio sexual masculino.



Espermatogênese.

A **ovogênese** ou **ovulogênese** inicia-se antes de a menina nascer, no interior dos ovários, dentro de pequenas bolsas denominadas folículos ovarianos.

As células germinativas já realizam a atividade mitótica durante o desenvolvimento embrionário. O processo passa pela fase de multiplicação, na qual as **ovogônias (2n)** realizam mitoses sucessivas. Ao final desse tempo, as mitoses param, e as ovogônias não se dividem mais.

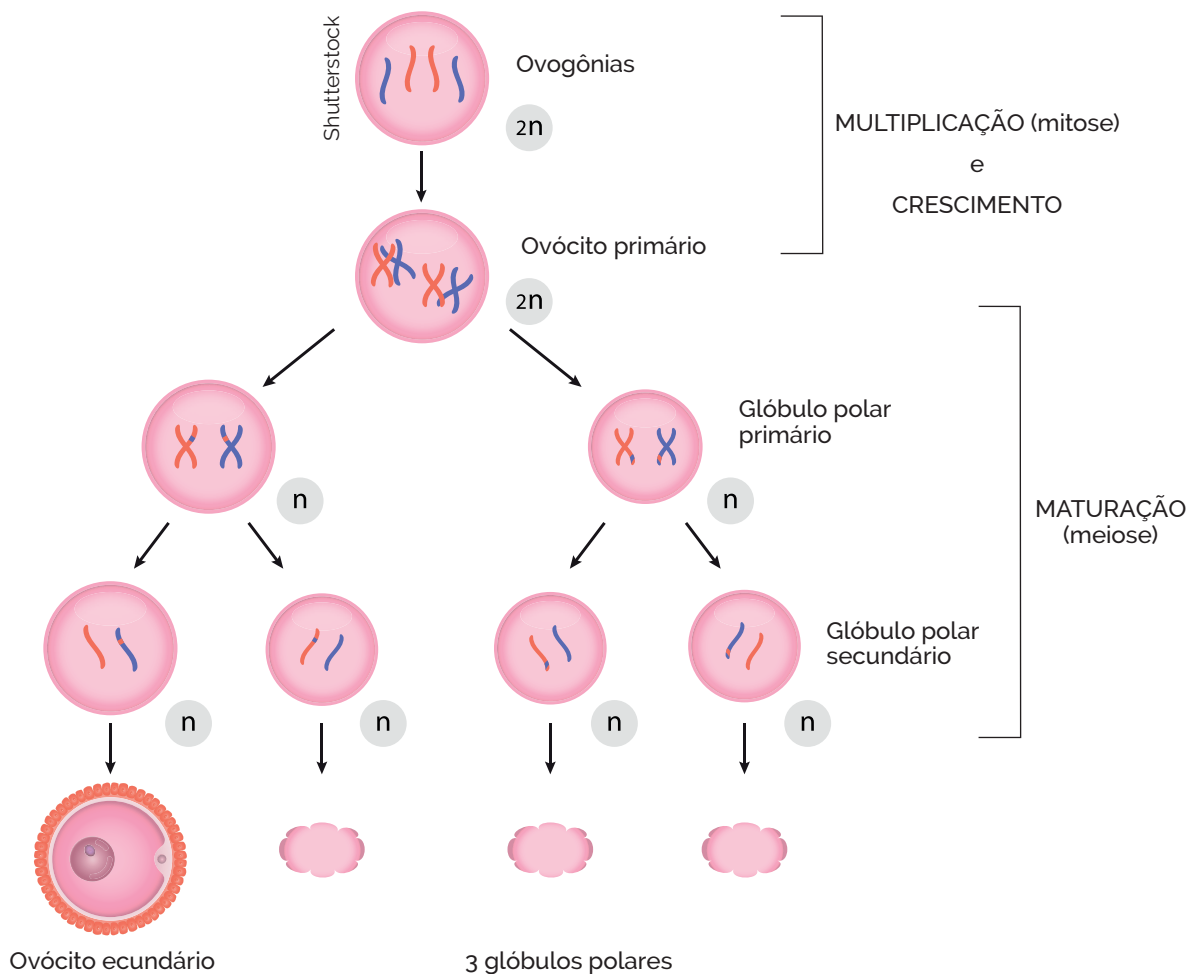
Em seguida, inicia-se a fase de **crescimento**, na qual as ovogônias aumentam consideravelmente em volume, transformando-se em **ovócitos primários (2n)**.

Após o sétimo mês de vida intrauterina, os ovócitos primários iniciam a fase de **maturação**, realizando a primeira etapa da meiose. Ao chegar quase ao final da prófase I, os ovócitos primários interrompem a meiose ao mesmo tempo. Essa interrupção permanece até a puberdade. Nessa etapa de pausa da meiose, verifica-se um grande crescimento celular.

Na puberdade, com a ação dos hormônios sexuais femininos, a meiose prossegue, mas apenas um ovócito primário completa o processo em cada ciclo ovariano. Assim, formam-se duas células haploides de tamanhos diferentes. Uma delas é o ovócito secundário (ovócito II), e a outra é uma célula pequena que não apresenta função reprodutiva, o **glóbulo polar**.

O **ovócito secundário** é o gameta feminino, ou seja, é a célula que o ovário libera na tuba uterina quando o folículo ovariano está totalmente maduro. Essa eliminação é conhecida como **ovulação**, e a presença do **ovócito II**, disponível para a fertilização, caracteriza o período fértil feminino.

De modo geral, em cada ciclo ovariano ou menstrual, que dura em torno de 28 dias, apenas um folículo amadurece, liberando a célula reprodutiva que se desenvolveu ali.



Ovogênese.

Reprodução sexuada e desenvolvimento embrionário dos animais

Quando é realizada a fecundação interna, em alguns animais, como na maioria dos mamíferos, o embrião se desenvolve no interior do corpo da fêmea, obtendo os nutrientes necessários até o nascimento. Esses animais são chamados de **vivíparos**.

Os mamíferos vivíparos são divididos em dois grupos, placentários e marsupiais. Nos **placentários**, como gatos, cães, cavalos ou seres humanos, entre outros, o embrião cresce no útero da mãe, onde recebe os nutrientes através da placenta, que conecta o corpo da mãe ao do embrião.



Shutterstock

Fêmea de onça-pintada, animal vivíparo, mamífero placentário, com seu filhote no Pantanal.

Nos mamíferos **marsupiais**, como gambás, cangurus, coalas, entre outros, os filhotes completam seu desenvolvimento embrionário dentro do marsúpio, uma bolsa presente no corpo das fêmeas. Essa bolsa possui glândulas mamárias produtoras de leite, e os filhotes se desenvolvem nela até o desmame.

Ainda, entre os mamíferos, alguns poucos são ovíparos, os **monotremados**, pois realizam o desenvolvimento embrionário em ovos. Os filhotes nascem de ovos e, após o nascimento, se alimentam com o leite materno, como é o caso da equidna e do ornitorrinco.

Em outros animais, denominados **ovíparos**, o embrião completa seu desenvolvimento fora do corpo da mãe, dentro do ovo, onde obtém os nutrientes necessários para seu desenvolvimento. O ovo possui uma casca que protege o embrião do ambiente externo. Quando o desenvolvimento do embrião termina, ocorre a eclosão, que consiste na quebra da casca e na saída do filhote. Entre os vertebrados, todas as aves, a maioria dos répteis e algumas espécies de peixes são ovíparos. O desenvolvimento embrionário fora do corpo materno, dentro de ovos, é uma adaptação favorável aos répteis e aves.



Shutterstock

Ninho de ave com ovos em área alagada.

Animais **ovovivíparos**, como espécies de tubarões e raias, realizam fecundação interna e o desenvolvimento embrionário ocorre dentro de ovos, que ficam incubados dentro do corpo da fêmea até a eclosão. Os embriões obtêm os nutrientes dos ovos e saem do corpo da fêmea já formados. A cascavel, serpente que pertence ao grupo dos répteis, também é ovovivípara.

O desenvolvimento dos embriões dos animais pode ser direto ou indireto. No **desenvolvimento direto**, um organismo nasce muito semelhante ao indivíduo adulto, como aves e mamíferos, por exemplo.

Quando o **desenvolvimento é indireto**, ao nascer, o animal difere-se significativamente do adulto, passando por diversas modificações corporais, como fase larval e de casulo, como acontece nas borboletas, por exemplo. Esse conjunto de modificações é chamado de metamorfose. Anfíbios também passam por um processo de metamorfose.



Shutterstock

Ilustração mostrando as fases da metamorfose de uma borboleta.

Alternância de gerações

A alternância de gerações em ciclos reprodutivos ocorre em diversos organismos, como plantas, algas e cnidários. Isso se caracteriza por duas gerações distintas que se alternam ao longo de um ciclo de vida.

Apesar de o termo alternância de gerações ser utilizado para a reprodução de plantas e animais, o processo é bem diferente nesses grupos.

Como exemplo, a reprodução das águas-vivas se dá por alternância de gerações. Indivíduos adultos, na forma de medusas, realizam a reprodução sexuada, na qual machos e fêmeas liberam espermatozoides e ovos, respectivamente, na água. Quando a fecundação ocorre, forma-se a larva diploide. Essa larva pode dar origem a duas formas diferentes: desenvolver-se e transformar-se em uma medusa, ou fixar-se ao substrato e adquirir a forma de um pólipo jovem.

O pólipo pode originar novas medusas em reprodução assexuada por brotamento ou gemulação, formando uma colônia de clones chamadas éfiras, uma forma imatura de medusa, que se desprende do pólipo e reinicia o ciclo.

Resumo

O núcleo e o DNA

O núcleo é o grande centro de comando das células. Nele, está contido o DNA (ácido desoxirribonucleico) que controla as funções celulares e é responsável pela transmissão das características hereditárias.

O **DNA** é uma molécula em forma de fita que se organiza em uma dupla-hélice espiralada, a qual é constituída por unidades denominadas **nucleotídeos**.

Os **genes** são segmentos da molécula de DNA, responsáveis pela determinação de uma característica hereditária (por exemplo, a cor dos olhos). Eles são compostos por sequências de DNA que definem uma característica específica, como se fosse um código, para produzi-la.

São **cromossomos autossômicos** os responsáveis por armazenar o material genético das características comuns entre os sexos. Os **cromossomos sexuais** ou heterossomos, são relacionados à determinação do sexo biológico do indivíduo.

Estas são chamadas de células somáticas apresentando, em sua constituição, o número cromossômico denominado **diploide (2n)**. Nas células sexuais, são **haploides (n)**.

Ciclo celular

O ciclo celular é o período no qual ocorre um conjunto de processos no interior de uma célula, desde a sua formação até a divisão em duas novas células-filhas.

Durante esse ciclo, duas etapas acontecem: a interfase e a divisão celular. A interfase é um período entre duas divisões celulares, com intensa atividade, como a síntese de proteínas, o crescimento celular e a replicação do DNA.

Divisão celular

Durante os processos de divisão, o núcleo e a célula sofrem modificações. São dois os tipos de divisão celular.

A **mitose** ocorre quando uma célula dá origem a duas outras com o mesmo número de cromossomos da célula inicial. É o tipo de divisão realizada durante a reprodução assexuada e ocorre no crescimento dos organismos multicelulares e na regeneração de tecidos.

A **meiose** ocorre quando uma célula dá origem a outras quatro, cada uma com a metade do número de cromossomos da célula inicial. Os gametas, na maioria dos casos, são formados por esse processo.

Os processos reprodutivos

Os diferentes tipos de reprodução podem ser agrupados em duas grandes categorias: a reprodução assexuada e a sexuada.

Os processos de **reprodução assexuada** produzem descendentes geneticamente idênticos aos organismos parentais que lhes deram origem. A desvantagem da reprodução assexuada é que não há geração de diversidade genética, e qualquer variação genética observada em populações que se reproduzem assexuadamente é resultado de mutação.

O processo de **reprodução sexuada** envolve troca e mistura de material genético entre indivíduos de uma mesma espécie. Os organismos que surgem por reprodução sexuada assemelham-se aos pais, mas não são idênticos a eles. Oferece mais vantagens aos seres vivos e é mais presente nos diferentes grupos.

Reprodução assexuada

Nos mecanismos reprodutivos assexuados, os organismos geram descendentes por meio de divisões celulares, havendo a participação de apenas um indivíduo.

As mais comuns são fragmentação e regeneração, esporulação, brotamento, divisão binária, e propagação vegetativa.

Reprodução sexuada

Na reprodução sexuada, os gametas masculino e feminino unem-se por meio da **fecundação** para formar uma nova célula, o **zigoto** ou célula-ovo, que se multiplica e origina um novo indivíduo.

Os organismos denominados **monoicos** ou **hermafroditas** apresentam estruturas sexuais masculinas e femininas no mesmo corpo. Os **dioicos** ou **unissexuados** são os que têm sexos separados, com indivíduos apresentando estruturas reprodutoras masculinas ou femininas.

A **fecundação** nos animais acontece quando um espermatozoide consegue atravessar a membrana do ovócito secundário, desencadeando o processo de fecundação. A **autofecundação** ocorre em seres monoicos quando o gameta masculino fecunda o gameta feminino do próprio indivíduo que os produziu. Ou por **fecundação cruzada** que permite a recombinação de genes, pois necessita de dois parceiros sexuais.

A **fecundação externa** é realizada fora do organismo; esse processo geralmente se dá na água. A **fecundação interna** acontece dentro do corpo do animal.

A **gametogênese** é o processo de produção de gametas que ocorre nas glândulas sexuais ou gônadas. Os espermatozoides são produzidos nos testículos através da espermatogênese. Os óvulos (na espécie humana, ovócitos) são produzidos nos ovários por ovogênese ou ovulogênese.

A **espermatogênese** e a **ovulogênese** são semelhantes e podem ser divididas, basicamente, em três fases: multiplicação, crescimento e maturação. Porém, na espermatogênese, ocorre ainda a fase de especialização, conhecida como espermiogênese.

Reprodução sexuada e desenvolvimento dos animais

Quando ocorre a fecundação interna, o embrião se desenvolve no interior do corpo da fêmea. Esses animais são chamados de **vivíparos**. Os mamíferos vivíparos são divididos em dois grupos, placentários e marsupiais. Ainda, entre os mamíferos, alguns poucos são ovíparos, os **monotremados**, pois realizam o desenvolvimento embrionário em ovos.

Outros animais são **ovíparos**, pois o embrião completa seu desenvolvimento fora do corpo da mãe, dentro do ovo, onde obtém os nutrientes necessários para seu desenvolvimento. O ovo possui uma casca que protege o embrião do ambiente externo.

Animais **ovovivíparos**, como espécies de tubarões e raias, realizam fecundação interna e o desenvolvimento embrionário ocorre dentro de ovos, que ficam incubados dentro do corpo da fêmea até a eclosão.

O desenvolvimento dos embriões dos animais pode ser **direto**, quando o novo indivíduo nasce muito semelhante ao indivíduo adulto, como aves e mamíferos, por exemplo. Já no desenvolvimento **indireto**, o animal difere-se significativamente do adulto, passando por diversas modificações corporais, como a metamorfose.

Avalie o que aprendeu

1. Você sabia que o câncer está relacionado ao processo de divisão celular por mitose? Leia o texto e realize a proposta a seguir.

[...] O câncer é causado por alterações da estrutura genética (DNA) das células, as chamadas mutações. Cada célula sadia possui instruções de como devem proceder, ou seja, como crescer e se dividir, o período de funcionamento e de sua morte. Na presença de qualquer erro nestas instruções, pode surgir uma célula alterada que venha a se tornar cancerosa.[...] Multiplicam-se de maneira desordenada e descontrolada, ou seja, elas se dividem mais rapidamente do que as células normais do tecido à sua volta, e o crescimento celular torna-se contínuo. O excesso de células vai invadindo progressivamente todo o organismo, adoecendo todo o corpo. Geralmente, têm capacidade para formar novos vasos sanguíneos que as nutrirão e manterão as atividades de crescimento descontrolado. [...]

Como se comportam as células cancerosas? INCA – Instituto Nacional de Câncer, 4 jun. 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/inca/pt-br/assuntos/cancer/como-surte-o-cancer/como-se-comportam-as-celulas-cancerosas>>. Acesso em: 17 jul. 2023.

a) Com base nos conhecimentos adquiridos até aqui sobre o DNA e divisões celulares, qual é o tipo de divisão celular que está relacionado ao surgimento de células cancerosas? Explique.

b) Faça uma pesquisa a respeito dos fatores que podem aumentar os riscos de câncer e escreva quais são os principais.

2. Imagine duas espécies semelhantes de plantas. Uma delas se reproduz apenas assexuadamente, mas a outra tem reprodução assexuada e sexuada. Em qual delas podemos esperar encontrar maior variedade genética? Por quê?

3. Na história da vida na Terra, na passagem do ambiente aquático para o ambiente terrestre foram selecionadas algumas adaptações, por exemplo, a fecundação interna. Quais vantagens os organismos terrestres têm com essa forma de fecundação?

4. Considere o número de cromossomos do galo (***Gallus gallus***), que é igual a 78, e responda.

a) Quantos cromossomos têm suas células diploides ($2n$)? E suas células haploides (n)?

b) Qual é a importância da divisão celular para um ser unicelular, como uma bactéria? Qual tipo de divisão celular ele realiza?

c) Faça um esquema para representar a mitose e a meiose, diferenciando-as quanto ao número e ao tipo de células originadas.

5. Qual processo uma célula precisa realizar antes de entrar em mitose?

a) Replicar seu DNA.

c) Duplicar seu centríolo.

b) Replicar seu RNA.

d) Centralizar os cromossomos.

6. Se você tivesse que escrever por tamanho de estrutura, do maior para o menor, como listaria os conceitos gene, cromossomo e DNA?

7. Reconheça o que está sendo caracterizado em cada item a seguir.

a) Estruturas compostas pela molécula de DNA, ocorrendo na espécie humana em número de 23 pares de: _____.

b) Molécula constituída por unidades denominadas nucleotídeos e responsável pela transmissão hereditária do indivíduo: _____.

c) Segmentos da molécula de DNA que codificam determinada característica hereditária: _____.

d) Constituído por uma base nitrogenada, um açúcar e um agrupamento de fosfato:

_____.

8. Diferencie cromossomo autossômico de cromossomo sexual na espécie humana.

9. (UECE) A evolução do sistema reprodutor dos vertebrados é paralela à conquista do ambiente terrestre. Sobre a reprodução dos vertebrados, é correto afirmar que:

a) a fecundação externa, que é uma vantagem para a sobrevivência dos animais no ambiente terrestre, é encontrada em anfíbios e aves.

b) os anfíbios, primeiros vertebrados a viverem em ambiente terrestre, contornaram o problema retornando à água para reproduzirem-se por meio da fecundação interna.

c) os mamíferos utilizam a fecundação interna, mas, com exceção dos monotremados, não possuem ovos com cascas.

d) os vivíparos, como insetos, répteis e aves, protegem seus ovos da dessecação com uma robusta membrana à prova d'água ou uma casca.

10. (UEG-GO) A reprodução, processo necessário a todos os seres vivos por levar à preservação da espécie, acontece desde a forma mais simples até a mais complexa. Quanto a esse processo, marque a alternativa incorreta.

a) A reprodução assexuada aumenta a variabilidade genética numa população de determinada espécie, porque os descendentes assim originados diferem geneticamente de seus pais.

b) Nos organismos sexuais ocorrem dois tipos de divisão celular: mitose e meiose.

c) A mitose é o mecanismo mais comum de reprodução dos organismos unicelulares eucariontes.

d) Uma vantagem evolutiva da reprodução sexuada está no fato de ela poder conferir proteção contra parasitas; alguns descendentes, por exemplo, podem apresentar combinações genéticas que os tornam mais adaptados aos parasitas do que seus pais.

e) Durante a meiose e a fecundação, podem ocorrer eventos que criem variabilidade genética nos seres que se reproduzem sexualmente.

11. (PUC-RS) Qual das seguintes alternativas descreve a formação de um zigoto?

- a) Fusão de núcleos haploides de duas células compatíveis (cariogamia).
- b) Promoção da replicação do DNA e mitose.
- c) Sucessão de divisões celulares que formam uma massa sólida de células.
- d) Divisão da célula com 46 cromossomos para a formação de células com 23 cromossomos cada.
- e) Promoção da transcrição do DNA e meiose.

12. (FCM PB) A gametogênese humana é o fenômeno biológico de formação dos oócitos secundários e espermatozoides; pode ser caracterizada durante os ciclos celulares da mitose e meiose, por três etapas distintas denominadas multiplicação, crescimento e maturação, que se diferenciam em vários aspectos na espermatogênese e na oogênese. Sobre o processo de formação dos gametas masculinos é possível afirmar:

I. Na espermatogênese, o período germinativo é caracterizado por divisões meióticas, que dão origem às espermatogônia, células $2n$.

II. Na espermatogênese, no período de crescimento não ocorre divisão celular, cada espermatogônia aumenta de volume originando os espermatófitos I.

III. Na espermatogênese, no período de maturação ocorrem divisões mitóticas, cada espermatócito I, dará origem a dois espermatócitos II, que dão origem a quatro espermátides, células $2n$.

IV. Na espermatogênese, no período de diferenciação ou espermiogênese não ocorre divisões celulares, cada espermátide sofre diferenciação, originando um espermatozoide, célula n .

V. Na espermatogênese, no período de diferenciação ou espermiogênese não ocorre divisões celulares, cada espermátide sofre diferenciação, originando um espermatozoide, célula n .

Está(ão) correta(s) as afirmativas:

- a) I e II. b) I, III e V. c) Apenas a IV. d) II, IV e V. e) II e III.

Referências

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Base nacional comum curricular**: educação é a base (BNCC). Brasília: MEC/SEB, 2018. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/>>. Acesso em: 5 set. 2023.

CAMPBELL, Neil; REECE, Jane. **Biologia**. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015.

HILDEBRAND, M.; GOSLOW, G. **Análise da estrutura dos vertebrados**. São Paulo: Atheneu, 2006.

RAW, Isaias; MENNUCCI, Lelia; KRASILCHIK, Myriam - **A Biologia e o Homem**. São Paulo, Edusp, 2001.

RIDLEY, Mark. **Evolução**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

SADAVA, David et al. **Vida**: a ciência da Biologia. Tradução de Carla Denise Bonan et al. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. v. 3. Vol 1

TORTORA, G.J.; DERRICKSON, Bryan. **Corpo humano**: fundamentos de anatomia e fisiologia. Porto Alegre: Artmed, 2012.

Adobestock



O dragão-marinho-folhado é um peixe ósseo que habita a costa sul da Austrália.

Capítulo 2

Diversidade dos animais

O reino Animalia, ou reino dos animais, abriga o maior número de espécies dos cinco reinos dos seres vivos. São mais de 2 milhões de espécies conhecidas em todo o mundo, mas estima-se que existam muito mais a serem descobertas. Entre os animais são conhecidas cerca de 36 mil espécies de peixes, algumas delas bem diferentes, como o dragão-marinho-folhado, especialista em se camuflar em seu ambiente, já que seu corpo imita as algas que o cercam. Alguns dos animais são bem conhecidos para a maioria das pessoas, mas outros sequer se parecem com animais, como os corais e as esponjas.

- **Por que não se sabe exatamente o número de espécies de seres vivos existentes?**
- **Qual é a importância de se conhecer as espécies que habitam nosso planeta?**

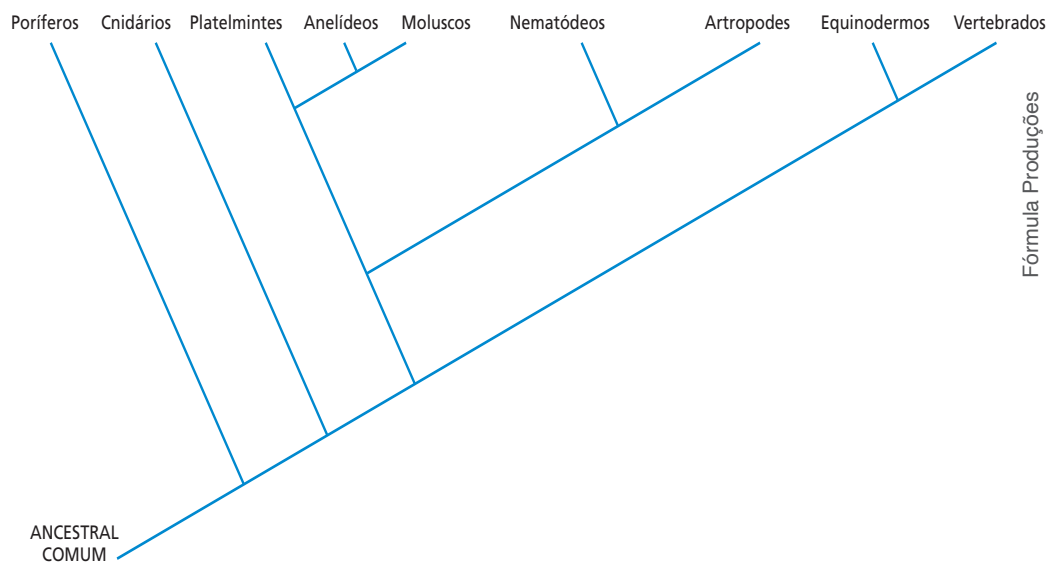
Reino Animalia: os animais

O reino Animalia é um agrupamento muito diversificado, com mais de 1,3 milhão de espécies catalogadas.

Os animais são organismos **eucariontes**, **pluricelulares** e a maioria deles com formação de **tecidos**. São também, na maior parte, **heterótrofos** por ingestão, pois capturam o alimento diretamente do meio, utilizando-se de diversas estratégias. São **aeróbios**, pois respiram o oxigênio que retiram do ar ou da água.

A condição pluricelular está relacionada à própria origem dos animais. Estima-se que entre 600 milhões e 1 bilhão de anos atrás, os protozoários se organizaram em colônias e desse grupamento teria surgido uma condição de interdependência das próprias células, passando de um agrupamento de células em uma colônia a um único indivíduo pluricelular.

Os animais formam um grupo de seres vivos em que todos são descendentes de um **ancestral comum**. Isso significa que todas as espécies animais descendem de um único ancestral.



Cladograma que mostra relações de parentesco entre os animais.

A reprodução da maioria dos animais é sexuada, com a participação de gametas, mas alguns invertebrados se reproduzem assexuadamente. Ao se reproduzirem sexuadamente, se desenvolvem a partir de um embrião. Após a formação do zigoto, ocorrem mitoses sucessivas e o embrião desenvolve-se em diversas fases, mórula, blástula, gástrula e neurula. Durante o desenvolvimento embrionário, ocorre a formação de **folhetos embrionários** (endoderme, mesoderme e ectoderme) e o desenvolvimento de cavidades corporais, como o **celoma**, uma cavidade embrionária presente em todos os vertebrados.

A maioria dos animais tem **simetria** bilateral, com as duas metades do corpo simétricas, enquanto alguns têm simetria radial ou não apresentam simetria.

O reino animal é dividido em diversos filos, e os principais são poríferos, cnidários, platelmintos, nematódeos ou nematelmintos, anelídeos, equinodermos, moluscos, artrópodes e cordados.

Poríferos

A principal característica desses animais é a presença de poros, por isso também são conhecidos como **esponjas**. São animais que **não** apresentam a maioria dos sistemas de órgãos vitais do corpo, tais como nervoso, digestório ou sistemas circulatórios.

Os nutrientes necessários são transportados através do corpo por meio dos poros, e sua estrutura permite um eficiente fluxo de água dentro do corpo. As esponjas vivem presas a um substrato e podem ser encontradas em ambientes aquáticos, sendo a maioria marinha e poucos de água doce, habitando zonas costeiras e o fundo do oceano.

O corpo dos poríferos não tem forma nem simetria específicas. Apesar de sua simplicidade na organização do corpo, os poríferos são altamente diversificados, e são conhecidas cerca de 5 mil espécies.

As esponjas apresentam uma abertura na parte superior, o **ósculo**, e na base se fixam ao substrato. A água entra pelos poros presentes na superfície do animal, atinge a cavidade interna **espongiocelo**, e sai lentamente pelo ósculo. As esponjas são **animais filtradores**, alimentando-se de partículas orgânicas que entram com a água pelos poros juntamente com o oxigênio.

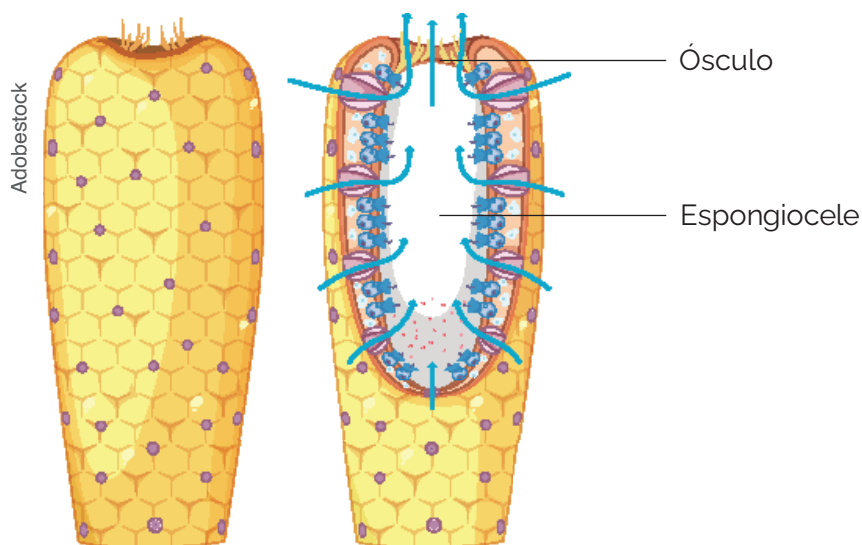


Ilustração mostra a estrutura de um porífero, na qual as setas azuis indicam o percurso da água.

As esponjas apresentam grande capacidade de regeneração. Um simples pedaço do animal pode recuperar uma esponja completa, caracterizando a reprodução assexuada por fragmentação. As esponjas são geralmente monoicas (hermafroditas) e podem se reproduzir também sexualmente.

Cnidários

Esse filo contém animais que formam incríveis recifes de corais, anêmonas, medusas translúcidas e outras criaturas de aspecto gelatinoso. Ao todo, são cerca de 10 mil espécies.

Os cnidários não têm sistemas de respiração e circulação, mas, por difusão celular, transportam materiais dentro do corpo. Sua simetria é sempre radial. Sua simetria é sempre radial. As medusas geralmente são animais móveis e os pólipos podem ser fixos ao substrato, sésseis.

Grande parte dos cnidários apresenta duas formas de vida em seu ciclo vital, **pólipio** e **medusa**. A forma de pólipio lembra um tubo com uma base fixa no substrato e a outra livre, com a boca e os tentáculos. Alguns pólipos se movimentam por deslizamento ou cambalhotas (hidras), mas geralmente são sésseis (anêmonas-do-mar e corais). A forma de medusa tem a aparência de um guarda-chuva aberto, com a boca central situada na região côncava do animal. Ao redor da boca e nas bordas do corpo encontram-se tentáculos. Elas se deslocam por contração do corpo e expulsão de água em jatos. As águas vivas são exemplos de medusas.

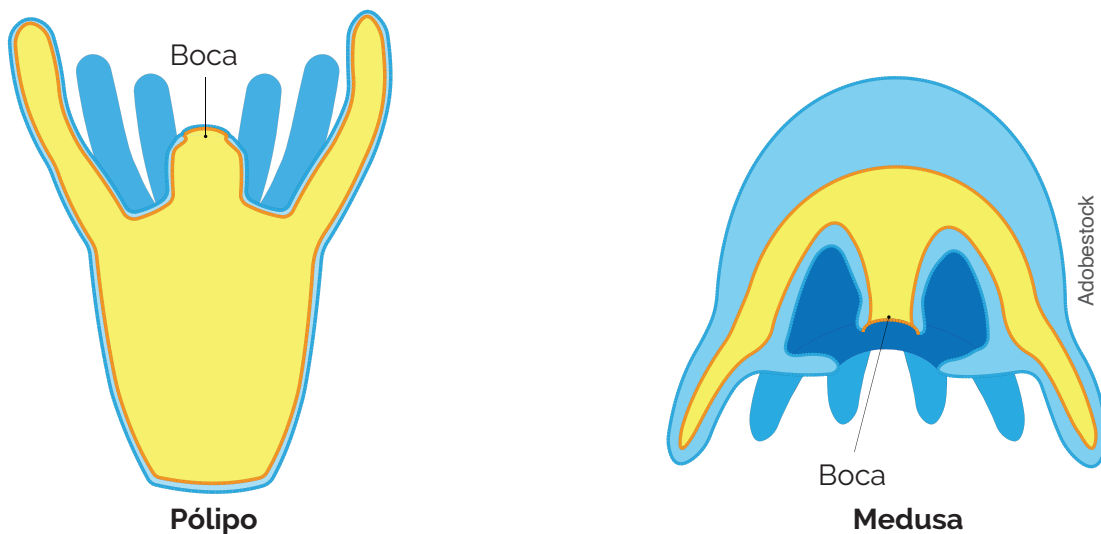


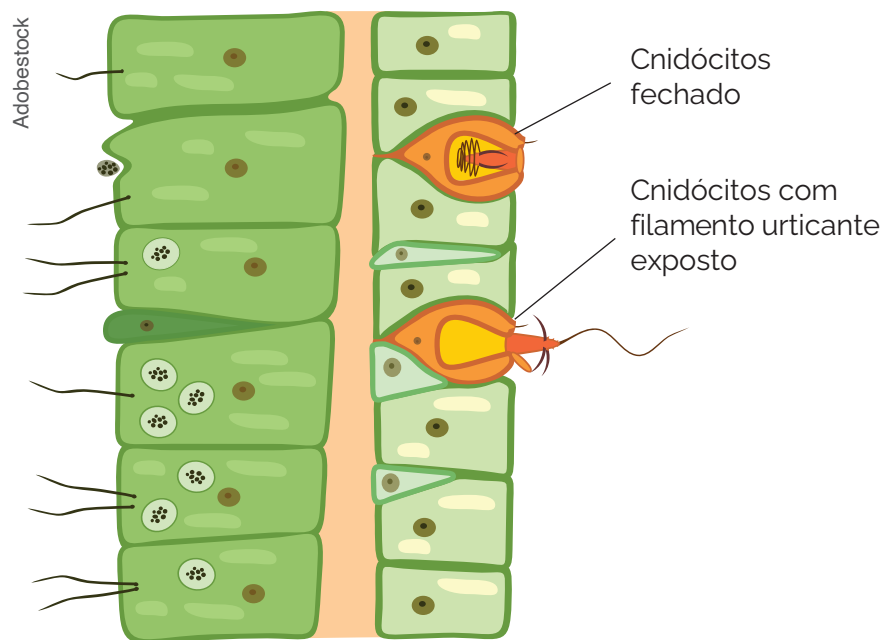
Ilustração mostra diferentes formas de cnidários: pólipio e medusa.

Os cnidários são os primeiros animais a apresentar tecidos, possuem um sistema nervoso simples e as células nervosas se organizam como uma rede, e são também os primeiros animais a ter uma cavidade digestória.

Os cnidários podem realizar reprodução sexuada ou assexuada. Nas hidras, o brotamento, um tipo de reprodução assexuada, é muito comum nas estações mais quentes do ano. Na reprodução sexuada das hidras, ocorre a liberação do espermatozoide na água. Este encontra o ovo que havia sido produzido no ovário e se encontra no corpo de outra hidra. Após a fecundação, forma-se uma espécie de cápsula em volta do embrião. Essa cápsula rompe-se e dela sai uma hidra jovem.

Em algumas espécies de cnidários, observa-se, no ciclo de vida, a chamada alternância de gerações ou metagênese, com uma fase de pólipio assexuado e uma fase de medusa sexuada.

O nome "cnidário" se deve à presença de um tipo de célula especial chamada **cnidócito**, que serve para a captura de alimento e para defesa. Os cnidócitos são capazes de descarregar substâncias urticantes que causam irritação nas presas ou nos inimigos naturais. Nos seres humanos causam queimaduras.



Cnidócito fechado e aberto com filamento urticante exposto.

Os cnidários podem ser classificados em diferentes classes, que podem conter somente pólipos, somente medusas ou as duas formas. São os hidrozoários, os cifozoários, os cubozoários e os antozoários.

Os pólipos de corais secretam um esqueleto externo composto de calcário. O acúmulo desses esqueletos calcários de corais origina os recifes de corais, que servem de abrigo e alimento para crustáceos, moluscos e peixes.

Platelmintos

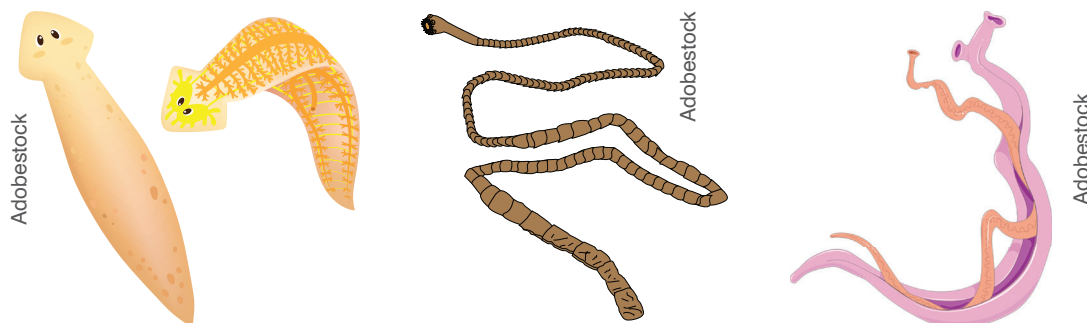
Os platelmintos são animais vermiformes que possuem o corpo alongado e achatado. Existem cerca de 20 mil espécies nesse filo. Alguns são de vida livre e habitam os mais variados ambientes, como água doce, água salgada e solos úmidos. Outros são parasitas do ser humano e de outros animais, capazes de causar doenças como a teníase e a esquistossomose.

São os primeiros animais na escala evolutiva a apresentar simetria bilateral. Alguns de vida livre, como a planária, ingerem o alimento pela boca, que fica na parte ventral do organismo. Outros parasitas, como a **ênina** e o **esquistossomo**, absorvem os nutrientes necessários através da superfície do corpo.

Não apresentam estruturas especializadas para realizar a circulação de nutrientes ou para a respiração. A distribuição dos nutrientes e as trocas gasosas são feitas de célula para célula. Não possuem sistema respiratório e a respiração é tegumentar ou cutânea, o animal absorve oxigênio do ar e elimina gás carbônico pela superfície do corpo.

Também são os primeiros animais a apresentar cabeça diferenciada do restante do corpo, onde estão o cérebro simples e os órgãos dos sentidos.

Alguns platelmintos, como as planárias, são hermafroditas. Outros, como o esquistossomo, apresentam sexos separados. Sua reprodução pode ser sexuada ou assexuada.



Três espécies de platelmintos: planária, tênia e casal de esquistossomos.

A cisticercose é uma doença que surge quando o ser humano ingere os ovos da tênia, que podem estar na água, nos alimentos, em mãos ou em objetos que são levados à boca. O ovo, que é microscópico, entra no sistema digestório, vai para a corrente sanguínea e pode chegar a órgãos como os músculos, os olhos e o cérebro, onde se desenvolve em um cisticerco.

Nematódeos

Os vermes nematódeos pertencem a um grupo de animais que apresenta o corpo liso, cilíndrico e afilado. A maioria deles vive livremente (não parasitas), ocorrendo em grande número nos ambientes marinhos, de água doce e no solo. De modo geral, a forma do corpo encontra-se perfeitamente adaptada à vida em pequenos espaços, particularmente nos sedimentos aquáticos ou junto às algas.

Os nematódeos apresentam sexos separados, a fêmea normalmente é maior que o macho e a reprodução é sexuada. A respiração ocorre por meio da pele, e a digestão acontece em um tubo digestório completo que apresenta duas aberturas, a boca e o ânus.

As espécies mais estudadas são os parasitas humanos, como **lombrigas** (*Ascaris lumbricoides*), **ancilóstomos** (*Ancylostoma duodenale*) e **oxiúros** (*Enterobius vermicularis*). Esses animais causam verminoses humanas muito comuns em todo o mundo, como o amarelão, a ascariíase, a enterobiose e a elefantíase.

Ilustração mostra interior do intestino de uma pessoa com ascariíase.



Anelídeos

Os anelídeos podem ser encontrados em vários ambientes, como no mar, na água doce e nos solos úmidos. Assim como a minhoca, o corpo dos animais do filo dos anelídeos é cilíndrico e dividido em anéis ou segmentos. Existem cerca de 10 mil espécies conhecidas.

Sua digestão acontece dentro de um tubo digestório que apresenta boca e ânus. A respiração ocorre através da pele, por isso é denominada cutânea. Apresentam o sistema circulatório fechado, e a hemolinfa circula no interior de vasos. Para auxiliar sua locomoção, muitos deles possuem estruturas denominadas cerdas. A presença ou não de cerdas permite a classificação desses animais.

Os **oligoquetos** apresentam poucas cerdas e possuem o corpo liso, cilíndrico e afilado nas duas extremidades. A grande maioria desses anelídeos habita os solos úmidos, como as minhocas, ou os ambientes dulcícolas, existindo poucas espécies marinhas. Os **poliquetos** apresentam muitas cerdas e representam, em termos de diversidade, a maior classe de anelídeos. São predominantemente marinhos. Os **hirudíneos** não têm cerdas no corpo, como as sanguessugas.

Os anelídeos são hermafroditas, mas realizam fecundação cruzada. Apresentam uma dilatação glandular clara e espessa, o clitelo, localizada na parte anterior do corpo. A função do clitelo é secretar material para a formação de um casulo, que constitui o local para a fecundação e, conseqüentemente, formação dos ovos. Na maioria dos poliquetos, os sexos são separados e o desenvolvimento é indireto, com a formação de uma larva ciliada.



Sanguessuga e minhoca são anelídeos.

Moluscos

O filo dos moluscos é um dos maiores do reino dos animais, com mais de 100 mil espécies descritas.

A principal característica dos moluscos é o seu corpo mole, apresentando geralmente um **pé** muscular, usado para movimentar o animal, a **massa visceral**, que contém os órgãos internos, e o **manto**, um tipo de revestimento que protege a massa visceral e produz a concha dos moluscos.

Na cabeça, estão localizados os órgãos sensoriais; na massa visceral, situam-se os órgãos de digestão, circulação, respiração e excreção. O **sistema digestório** dos moluscos é completo, iniciando-se na boca e terminando no ânus. O **sistema circulatório** da maioria dos moluscos é aberto e seu sistema nervoso é formado por uma cadeia de gânglios. Alguns dos moluscos apresentam na boca uma língua denteada, chamada **rádula**, que serve para raspar e fragmentar os alimentos encaminhados ao estômago, o que facilita o processo digestivo desses animais.

A maioria dos moluscos tem sexos separados e a reprodução é sexuada. Alguns caracóis são hermafroditas.

As mais conhecidas classes de moluscos são a dos **gastrópodes**, que inclui os caramujos, caracóis e lesmas; a dos **cefalópodes**, à qual pertencem o polvo e a lula; e a dos **bivalves**, que inclui todos que tem concha formada de duas partes articuladas, chamadas valvas, como os mariscos e as ostras.

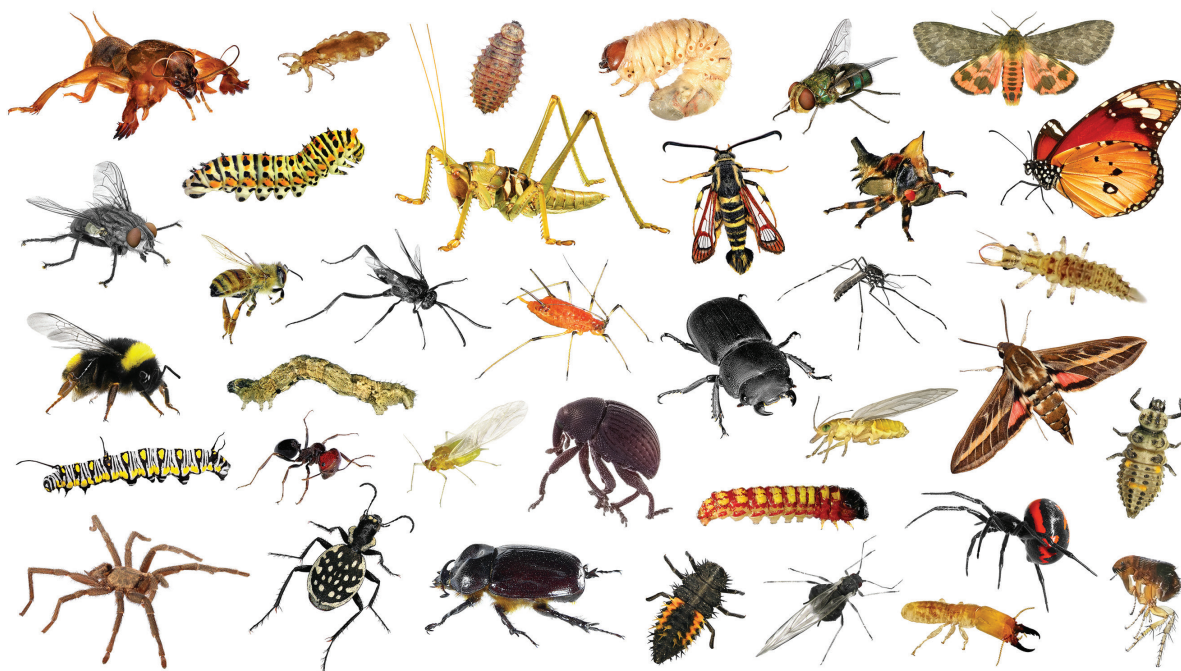


Polvo, ostra e caramujo terrestre são moluscos.

Artrópodes

Os artrópodes constituem o maior filo do reino dos animais, com mais de 1 milhão de espécies conhecidas e que ocupam os mais diferentes ambientes no planeta. Vários artrópodes são importantes polinizadores de plantas, alguns são transmissores de doenças e muitos são usados como alimento pelos seres humanos, a exemplo dos crustáceos.

São animais com simetria bilateral, apresentam **esqueleto externo**, corpo segmentado, órgãos sensoriais bem desenvolvidos e **pernas articuladas**, que é a principal característica desse filo.



Diversidade de insetos e aracnídeos, que são artrópodes.

O esqueleto externo, denominado **exoesqueleto**, é formado por quitina e protege os artrópodes das agressões externas e da desidratação. Ele deve ser trocado periodicamente para não limitar o crescimento do animal. O fenômeno de troca do exoesqueleto é chamado de **muda** ou **ecdise**.

A maioria das espécies de artrópodes é dioica. A fecundação é geralmente interna, com exceção dos crustáceos, nos quais a fecundação é externa. O desenvolvimento dos artrópodes pode ser **direto**, se não há fase larval. Se a espécie apresenta fase larval nos estágios iniciais da vida, esta apresenta **desenvolvimento indireto**, realizando **metamorfose** completa, como as borboletas. Do ovo sai uma larva, conhecida como lagarta. Esta se alimenta e cresce, depois produz um casulo em torno do corpo e entra em estágio de pupa. Após algum tempo, do casulo surge uma borboleta adulta.

Apresentam **circulação aberta**, pois a hemolinfa não circula dentro dos vasos, mas sim em espaços do corpo do animal.

Adobestock



Cigarra realizando a muda ou ecdise, que é a troca do exoesqueleto.

Principais classes do filo dos artrópodes	
Classes e alguns exemplos	Principais características
Classe dos insetos (Insecta) Abelha, besouro, mosquito, mosca, borboleta	Corpo dividido em cabeça, tórax e abdômen 3 pares de pernas 1 par de antenas Respiração traqueal
Classe dos crustáceos (Crustacea) Camarão, siri, caranguejo, lagosta, tatuzinho-de-jardim	Corpo dividido em cefalotórax e abdômen Número variável de pernas 2 pares de antenas Respiração branquial
Classe dos aracnídeos (Arachnida) Aranha, escorpião, carrapato	Corpo dividido em cefalotórax e abdômen 4 pares de pernas Antenas ausentes Respiração filotraqueal.
Classe dos diplópodes (Diplopoda) Piolho-de-cobra	Corpo com número variado de segmentos 2 pares de pernas em cada segmento 1 par de antenas Respiração traqueal
Classe dos quilópodes (Chilopoda) Lacraia	Corpo com número variado de segmentos 1 par de pernas em cada segmento 1 par de antenas Respiração traqueal

Equinodermos

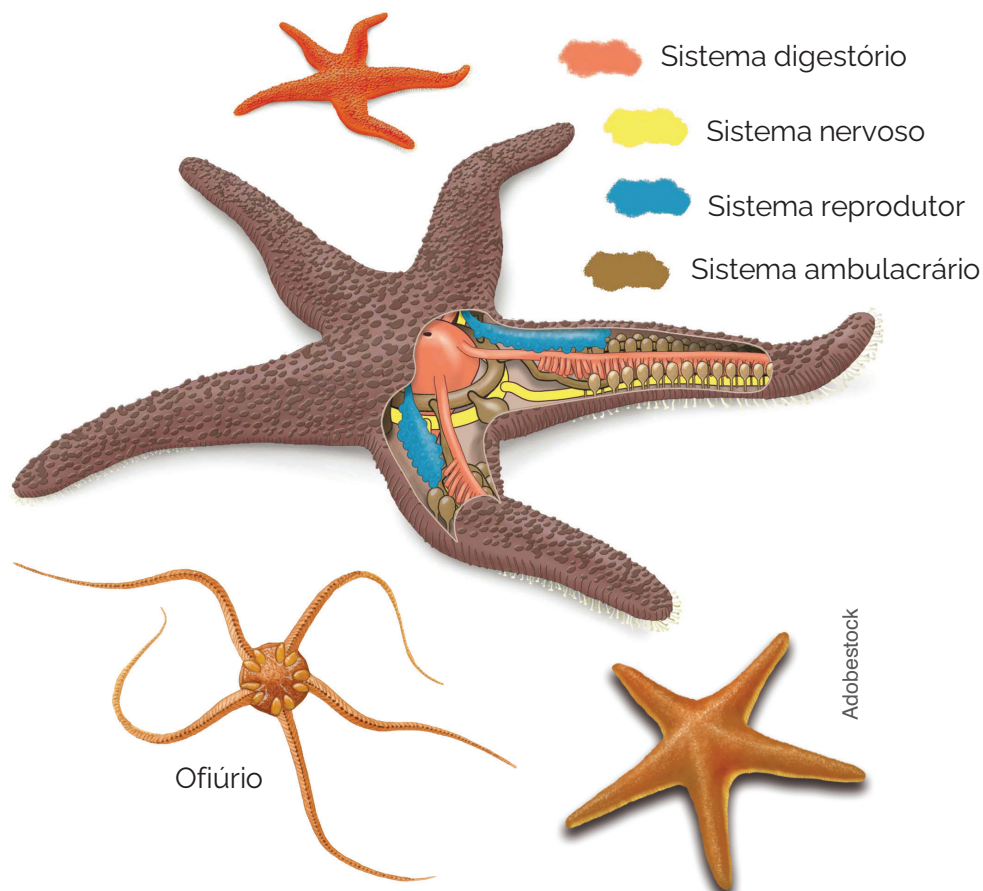
Os equinodermos são animais marinhos, de simetria radial, cuja principal característica é a presença de espinhos na pele. Esses animais têm um esqueleto interno, chamado endoesqueleto, formado principalmente por carbonato de cálcio.

Apresentam um sistema hidrovascular, que é um sistema interno de canais pelos quais a água circula. Tais canais percorrem a parte central do equinodermo e se ramificam para os pés ambulacrais. Estes são pequenos tubos musculares que auxiliam no deslocamento do animal, quando expulsam a água que entrou no sistema de canais.

A respiração dos equinodermos é branquial, porém o sistema hidrovascular também auxilia nessa função. Seu sistema digestório é completo.

Entre os equinodermos, há indivíduos masculinos e femininos que liberam seus gametas na água, onde ocorre a fecundação. Também são capazes de regenerar partes perdidas do corpo, e algumas estrelas-do-mar e serpentes-do-mar podem se reproduzir de forma assexuada por regeneração.

As classes mais conhecidas de equinodermas são cinco. Asteroides é o grupo das estrelas-do-mar. Ofiuroides é a classe das dos ofiuros ou serpentes-do-mar. Equinoide é a classe dos ouriços-do-mar e das bolachas-da-praia. Holoturoide abrange os pepinos-do-mar. E crinoide engloba os lírios-do-mar, que são sésseis e possuem o corpo em forma de taça, da qual saem os tentáculos.

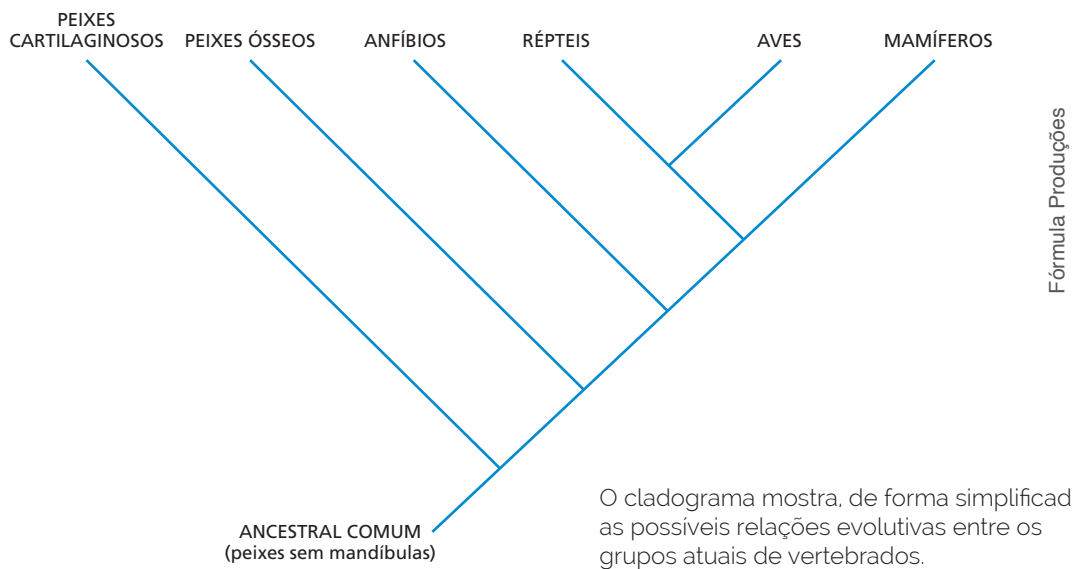


Estruturas internas de uma estrela-do-mar.

Cordados vertebrados

Os animais do filo dos cordados incluem pequenos grupos como os urocordados (ascídias) e os cefalocordados (anfioxo), mas seu maior grupo são os **vertebrados** ou **craniados**.

Os vertebrados possuem características complexas. Entre elas, a presença de coluna vertebral e de caixa craniana. Esse desenvolvimento também é observado na anatomia interna desses animais, que têm órgãos altamente especializados. Apresentam ainda simetria bilateral, o corpo segmentado e a circulação fechada. Esses animais podem atingir tamanhos maiores devido à presença do endoesqueleto.



Esse grupo apresenta as classes mais conhecidas: peixes cartilagosos, peixes ósseos, anfíbios, répteis, aves e mamíferos.

Peixes

Esse grupo inclui os animais aquáticos, principalmente marinhos. O grupo se divide nas classes **condictes**, de peixes cartilagosos, e **osteíctes**, de peixes ósseos.

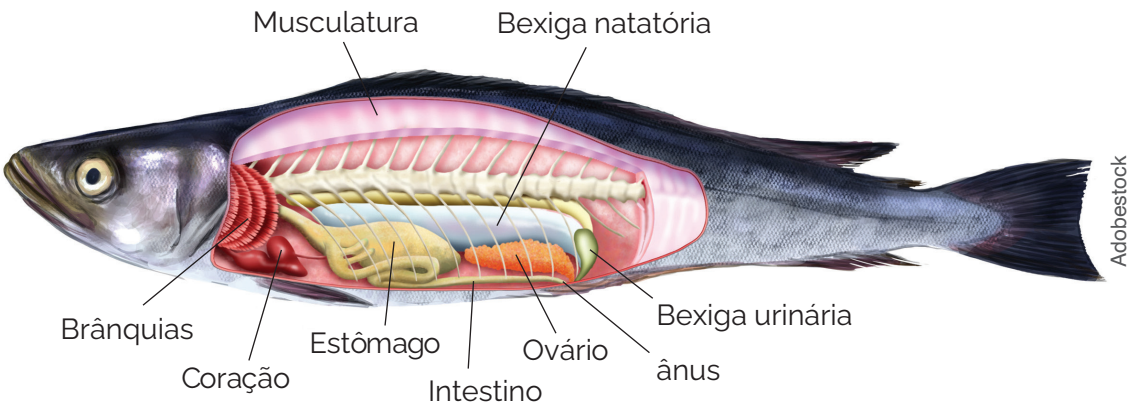
Os peixes condictes possuem mandíbulas localizadas em posição mais inferior, e representam cerca de 5% dos peixes. Seus principais representantes são o cação, os tubarões e as arraias.

Os peixes osteíctes são animais muito diversificados. Cerca de 60% vivem em ambientes marinhos e 40% na água doce. Exemplos: pintado, piranha, cavalo-marinho, atum, bacalhau, salmão, truta, moreia, rêmora, peixe-espada, etc.

São animais **ectotérmicos**, pois não produzem calor suficiente para aquecer o corpo a partir de suas reações metabólicas e, também, não apresentam controle interno de temperatura corporal. A presença de nadadeiras, a forma do corpo e a viscosidade da pele facilitam a movimentação dos peixes na água. Em peixes ósseos, a bexiga natatória, uma espécie de bolsa de ar, permite que consigam regular a profundidade.

Os peixes apresentam **respiração branquial**, com brânquias que são estruturas especializadas em realizar trocas gasosas com a água. A água atravessa as brânquias, o oxigênio disponível na água passa para o sangue, e o gás carbônico do sangue passa para a água. Alguns peixes, como a piramboia, apresentam estruturas que funcionam como pulmões, sendo conhecidos, devido a essa característica, como peixes pulmonados.

Possuem sistema digestório completo e o intestino termina em cloaca nos peixes cartilagosos, e ânus nos peixes ósseos. O sistema circulatório é fechado, com sangue correndo no interior de vasos.



Estrutura interna de um peixe ósseo.

O quadro comparativo apresenta as características gerais dos dois grupos de peixes:

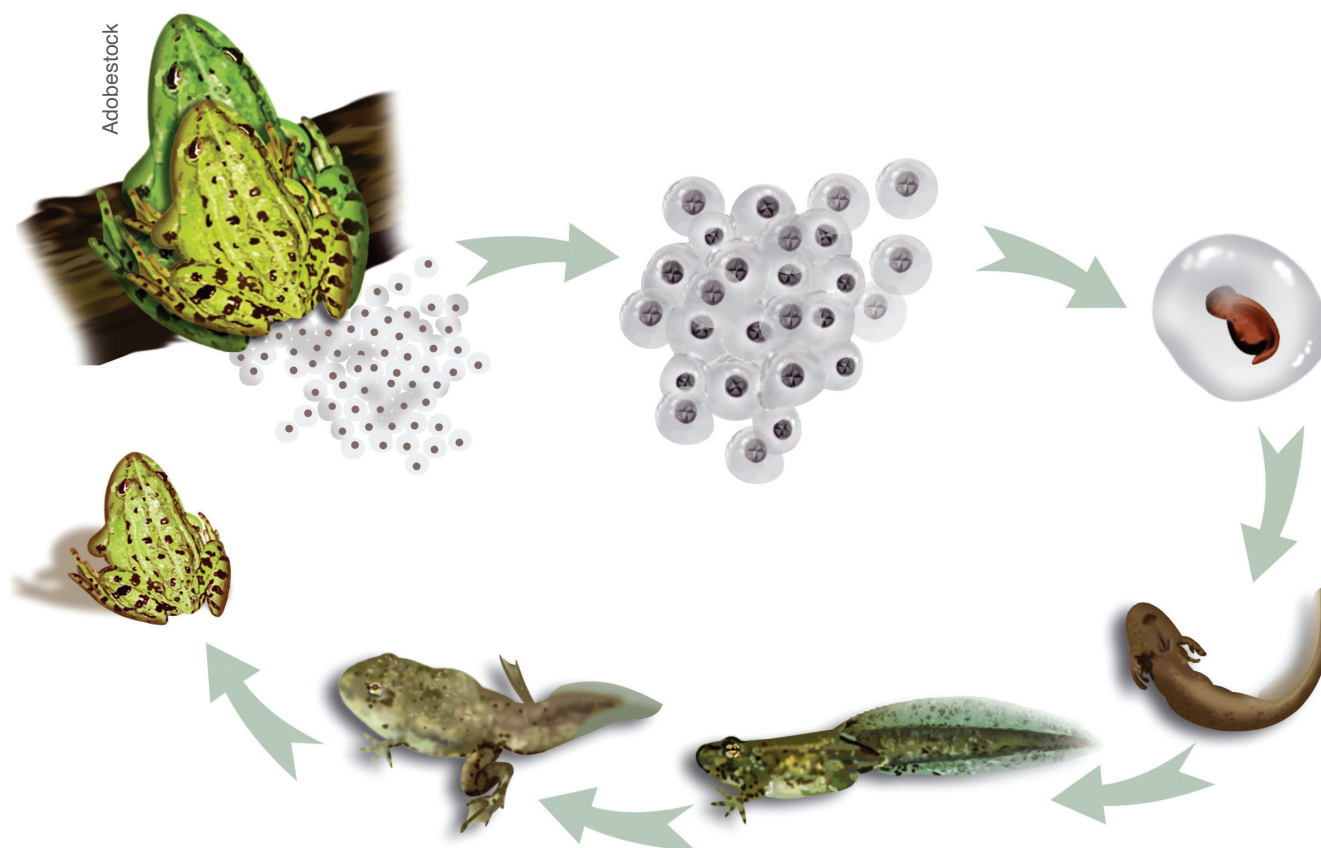
Características	Peixes ósseos	Peixes cartilagosos
Esqueleto	Ósseo	Cartilaginoso
Escamas	Principalmente circulares e achatadas	Principalmente placoides
Proteção das brânquias	Com opérculo	Fendas branquiais diretamente na água
Posição da boca	Terminal	Ventral
Fecundação	Externa	Interna – ovíparos ou ovovivíparos
Terminação do sistema digestório	Ânus	Cloaca
Bexiga natatória	Presente	Ausente
Exemplos	Lambari, carpa e sardinha	Tubarão, raia e cação

Anfíbios

Os anfíbios são representados por sapos, rãs, pererecas, salamandras e cobras-cegas. O nome anfíbio deve-se ao fato de a maioria das espécies passar parte da vida na água e a outra em terra firme. Os animais desse grupo foram os primeiros vertebrados a se adaptar ao meio terrestre, embora parte de sua vida ainda dependa do meio aquático.

São ectotérmicos, pois necessitam de fontes externas para manutenção e regulação da temperatura corporal. Na fase larval, e nos adultos de algumas espécies, a respiração é branquial. Em adultos da maioria das espécies, a respiração é pulmonar e cutânea, por isso precisam viver em ambientes úmidos para evitar a dessecação da pele, o que prejudicaria a respiração cutânea. Sua circulação é fechada e o coração possui dois átrios e um ventrículo.

Os anfíbios necessitam da água para a fecundação, que é externa. A fêmea elimina os óvulos na água e o macho despeja os espermatozoides sobre eles. Os embriões se desenvolvem em forma de larvas aquáticas chamadas de girinos, que passam pela **metamorfose**, originando indivíduos adultos.



Fases da metamorfose de uma rã.

Os anfíbios podem ser classificados em três grupos principais.

Os **anuros** são anfíbios que não possuem cauda quando adultos e são representados por sapos, rãs e pererecas. A maioria dos anuros é saltadora e, por isso, apresenta os membros posteriores bem desenvolvidos e fortes. Algumas espécies de anuros vivem boa parte da vida dentro da água, mesmo depois de adultos, como as rãs.

Os **urodelos** são animais com corpo alongado, patas laterais e uma longa cauda. Vivem principalmente em ambientes aquáticos ou úmidos. Alguns urodelos não completam a metamorfose e mantêm as brânquias até a vida adulta. Têm a capacidade de regenerar os membros e a cauda se estes forem decepados. Seus representantes mais conhecidos são as salamandras e os tritões, mais comuns no Hemisfério Norte, em regiões frias.

Os **ápodes** são animais que possuem corpo cilíndrico e sem patas, como as cobras-cegas. Vivem enterradas no solo e são mais ativas à noite. Com olhos bem reduzidos, lembram grandes minhocas, mas possuem ossos e cabeça bem delimitada. A maioria vive no solo úmido de regiões tropicais, mas algumas espécies são aquáticas



Fotos: Adobestock

Perereca, salamandra e cobra-cega.

Répteis

Na história evolutiva, os répteis foram os primeiros animais vertebrados a conquistarem o ambiente terrestre. As principais adaptações para isso foram a fecundação interna e a presença do ovo com casca, que reduz a perda de água do embrião. Os répteis são na maioria **ovíparos**, mas algumas serpentes e lagartos são ovovivíparos.

No interior do ovo, além do embrião em desenvolvimento, há quatro estruturas: o âmnio, o cório, o alantoide e o saco vitelínico. Essas estruturas são encontradas também nas aves e nos mamíferos, que, com os répteis, formam o grupo dos **amniotas**.

Outra adaptação dos répteis para a vida terrestre é a estrutura de sua pele, que é grossa, seca e impermeável, pois apresenta camadas de células ricas em queratina. Recobrimdo a pele, os répteis apresentam escamas, placas córneas ou carapaças. A presença de pulmões desenvolvidos contribui para a vida terrestre. São todos ectotérmicos.

O sistema digestório é completo, com cloaca. A maioria dos répteis são carnívoros, apenas algumas poucas espécies são herbívoras e onívoras.

A circulação é fechada, dupla e completa. O coração dos crocodilianos apresenta dois átrios e dois ventrículos bem definidos, e o das serpentes e tartarugas apresenta dois átrios e um ventrículo parcialmente separado.

As principais ordens nas quais estão divididos os répteis são: os quelônios, os escamados e os crocodilianos.

Os **quelônios** são representados por tartarugas, cágados e jabutis. São todos ovíparos, e a característica mais evidente dos quelônios é a presença de placas córneas que se fundiram, formando uma **carapaça** de proteção em volta do corpo. São herbívoros e não possuem dentes, apenas lâminas córneas para rasgar os alimentos.

Os **escamados** compreendem um grande número de espécies. Essa ordem inclui répteis que possuem **escamas** recobrimdo o corpo, como os grupos dos **lacertílios**, lagartos, lagartixas, camaleões e iguanas, que apresentam patas curtas e cauda. Os outros escamados são os **ofídios**, representados pelas serpentes, que não apresentam membros locomotores, mas se movimentam bem com as suas contrações musculares que produzem movimento oscilatório. Todas as serpentes são carnívoras e alimentam-se principalmente de pequenos vertebrados. Além disso, têm a capacidade de engolir um animal maior que

elas, sem mastigar. Isso é possível porque suas mandíbulas podem se afastar e suas costelas podem se abrir, pois são presas apenas na coluna vertebral e são soltas na região ventral.

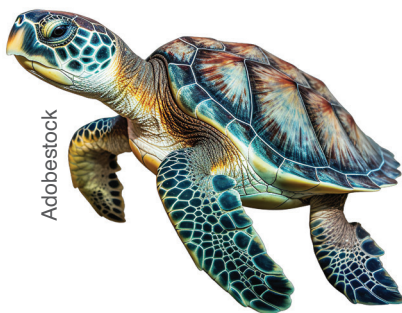
Algumas serpentes podem apresentar glândulas produtoras de peçonha (veneno), que é inoculada por meio de dentes. Essas serpentes são denominadas **peçonhentas**.



Adobestock

Foto mostra ossos das mandíbulas e das costelas de uma serpente.

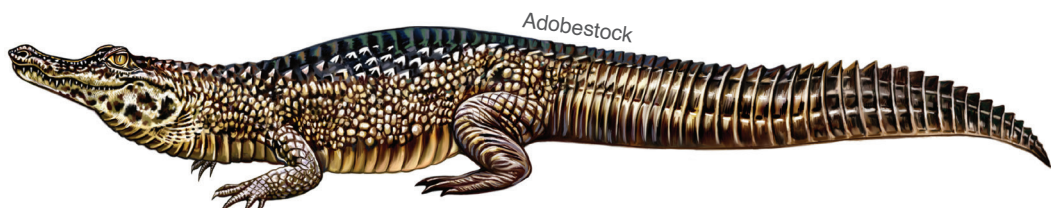
Os **crocodilianos** são os jacarés e os crocodilos, entre outros. São animais que têm focinho bem grande e boca com muitos dentes. Possuem o corpo recoberto por **placas córneas**, que lhes fornecem proteção, porém mantêm a flexibilidade que lhes permite os movimentos.



Adobestock



Adobestock



Adobestock

Tartaruga, serpente e jacaré.

Aves

Acredita-se que as aves devem ter se originado a partir de transformações de um grupo de répteis. Há cerca de 150 milhões de anos, viveu a *Archaeopteryx lithographica*, que era pouco maior que uma pomba, com uma longa cauda. Essas aves primitivas possuíam mandíbulas ósseas com dentes, como os répteis. No entanto, tinham a característica mais marcante das aves: as penas.



Archaeopteryx lithographica.

As aves foram os primeiros animais a apresentar endotermia, pois possuem capacidade de produzir calor internamente pelo próprio metabolismo. Além disso, apresentam uma camada gordurosa abaixo da pele, que atua como um isolante térmico e, conjuntamente com as penas, auxilia na manutenção da temperatura.

A epiderme queratinizada das aves não apresenta glândulas, exceto a glândula uropigial ou uropigiana situada na cauda, que produz uma cera impermeabilizante. Com o bico, elas pressionam a glândula e retiram essa secreção espalhando-a em suas penas, para que fiquem impermeáveis. Essas glândulas são bem desenvolvidas em aves aquáticas.

Todas as aves apresentam um **bico córneo**, mas não possuem dentes. O formato do bico varia e se adapta ao tipo de alimentação da ave.



Os bicos das aves são adaptados aos diferentes tipos de alimento.

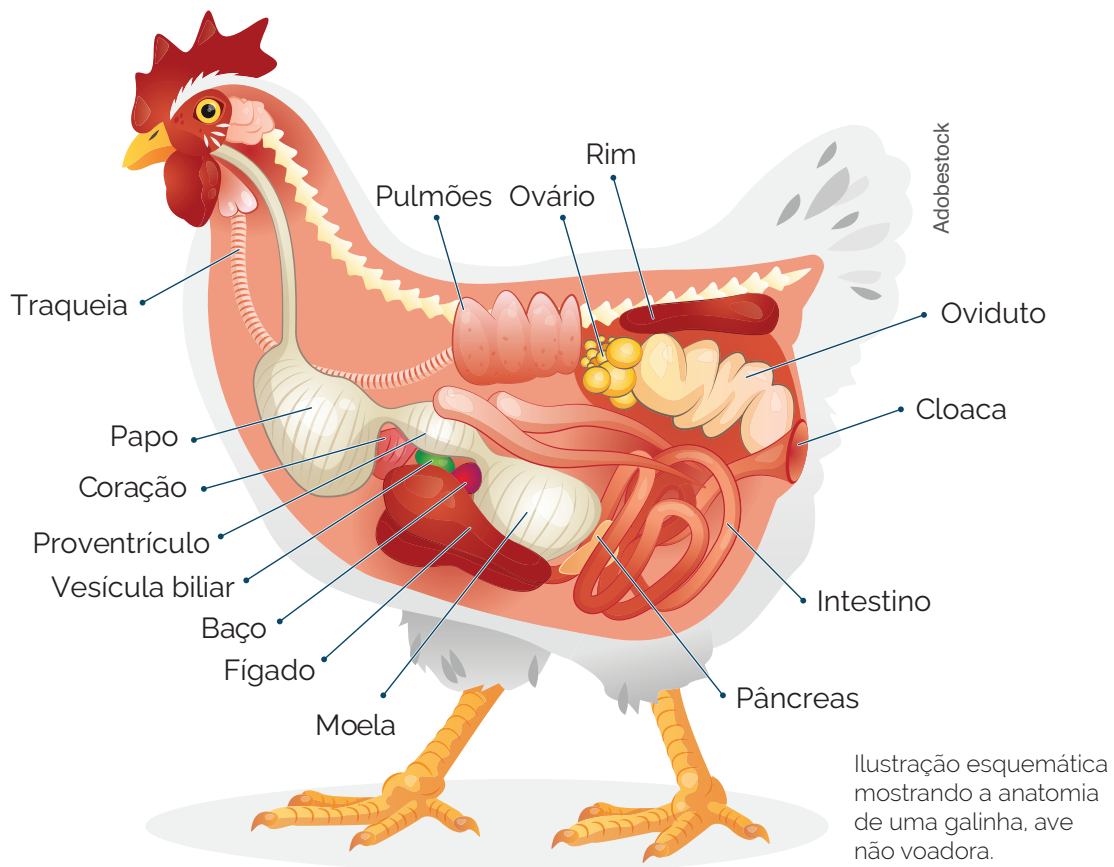
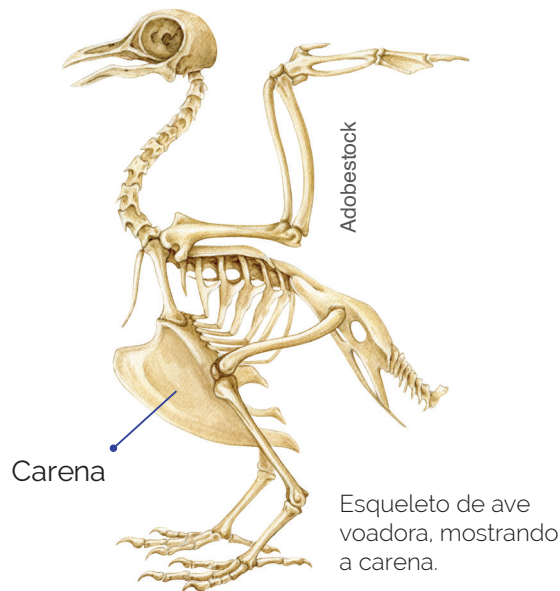
Por não possuírem dentes para triturar o alimento, as aves possuem **papo**, onde o alimento é amolecido. Possuem um estômago químico, denominado **proventrículo**, onde são liberados sucos digestivos, e um mecânico, denominado **moela**, formado por um músculo muito forte que esmaga ou tritura o alimento ingerido. Após a trituração, o alimento segue para o intestino delgado, onde ocorre a absorção dos nutrientes, e os resíduos são eliminados pela **cloaca**.

Adaptações ao voo

A capacidade de voar é uma das características mais importantes e interessantes das aves. Algumas características corpóreas de uma ave, relacionadas à capacidade de voar:

- As aves possuem membros dianteiros transformados em **asas**, que são revestidas de penas, e o corpo coberto de penas leves e flexíveis.
- **Ossos ocos** ou pneumáticos, que contêm ar em seu interior.
- Forma aerodinâmica do corpo e presença de osso esterno com uma **carena** localizada na frente do corpo, onde se prendem os fortes músculos peitorais, que movimentam as asas.
- **Sacos aéreos**, bolsas cheias de ar que se comunicam com os ossos pneumáticos e os pulmões, aumentando sua capacidade respiratória.

- **Ausência** de bexiga urinária.
- São **ovíparas**, os ovos se desenvolvem fora do corpo da fêmea, reduzindo a massa corporal.
- O coração é formado por **quatro câmaras** completamente separadas: dois átrios e dois ventrículos. Isso permite que o coração das aves bombeie sangue mais rapidamente, garantindo alta taxa metabólica para as células e para os músculos do voo.



Mamíferos

A característica distintiva dos mamíferos é a presença de **glândulas mamárias**, que produzem leite para alimentar os filhotes. Daí vem o nome do grupo.

A grande diversidade de mamíferos e a sua capacidade de adaptação aos mais variados ambientes estão relacionadas à **endotermia**, a exemplo de uma das características exclusivas desses animais, a presença de **pelos** no corpo, que auxilia na manutenção da temperatura (os mamíferos aquáticos, como os golfinhos, não possuem pelos para poderem se deslocar melhor na água). A presença de **glândulas sudoríparas** também contribui para a manutenção da temperatura, assim como a camada de tecido adiposo, o **panículo adiposo**, abaixo da pele.

As **glândulas sebáceas** produzem uma secreção oleosa que lubrifica a pele e os pelos do animal. O **sistema circulatório** fechado conta com um coração com quatro compartimentos completamente separados: dois átrios e dois ventrículos, o que permite uma circulação eficiente mesmo nos grandes animais.

Possuem **respiração** exclusivamente pulmonar. Os pulmões apresentam grande superfície e numerosos alvéolos. O **sistema urinário** dos mamíferos é formado por dois rins e pelas vias urinárias (ureteres, bexiga e uretra). Apresentam o **sistema nervoso** mais desenvolvido e especializado de todos os vertebrados.

Os mamíferos apresentam **fecundação interna** e o **desenvolvimento é direto**. Em relação ao desenvolvimento do embrião, quase todos os mamíferos são vivíparos, exceto o ornitorrinco e a equidna, que são ovíparos.

Os mamíferos são distribuídos em três grandes grupos: os eutérios, os metatérios e os prototérios.

Os **eutérios** ou **placentários** são mamíferos cujas fêmeas desenvolvem a placenta durante a gestação, que permite desenvolvimento completo do filhote dentro do útero. A placenta possibilita a passagem de nutrientes, gases respiratórios, hormônios, anticorpos e excreções. São exemplos de eutérios tamanduás, camelos, leões, morcegos, raposas, baleias, gambás, peixes-boi, elefantes, cachorros, cavalos, gatos, golfinhos, ratos, elefantes, macacos, seres humanos, etc.



Adobestock



Adobestock



Adobestock

Capivara, tamanduá-mirim e lobo guará são mamíferos eutérios.

Os **metatérios** ou marsupiais são mamíferos cujas fêmeas possuem uma bolsa, denominada marsúpio, na qual os filhotes se desenvolvem. A gestação é muito rápida e, ao nascerem, os pequenos filhotes, de 2 a 5 centímetros, arrastam-se para dentro do marsúpio e lá ficam protegidos e mamando até completarem seu desenvolvimento. São marsupiais os cangurus e coalas, e no Brasil encontramos os gambás e as cuícas.



AdobeStock

Canguru, um mamífero metatério, com filhote dentro do marsúpio.

Os **prototérios** ou monotremados são os mamíferos mais primitivos. Os animais pertencentes a este grupo possuem pelos e produzem leite, como os demais mamíferos, mas as fêmeas não têm mamilos e os filhotes sugam o leite por meio de poros existentes entre os pelos. São ovíparos e não possuem placenta, ao contrário dos demais mamíferos, que são vivíparos. Como eles botam ovos, possuem cloaca. São representantes dessa ordem o ornitorrinco e a equidna, encontrados em lugares como Austrália e Nova Zelândia.



AdobeStock

Ornitorrinco e equidna são mamíferos ovíparos, prototérios.

Tantas adaptações permitiram aos mamíferos habitar os mais diversos ambientes, desde as regiões tropicais até as polares, dos mares aos mais diversos ambientes terrestres.

Resumo

Reino Animalia

Os animais são organismos **eucariontes**, **pluricelulares** e a maioria deles possui formação de **tecidos**. Além disso, são **heterótrofos** e **aeróbios**. Todos são descendentes de um **ancestral comum**.

A reprodução da maioria dos animais é sexuada, com a participação de gametas, mas alguns invertebrados se reproduzem assexuadamente. Durante o desenvolvimento embrionário ocorre a formação de **folhetos embrionários** e o desenvolvimento de cavidades corporais, como o **celoma**, uma cavidade embrionária presente em todos os vertebrados. A maioria dos animais tem **simetria** bilateral, e alguns têm simetria radial ou não apresentam simetria.

O reino animal é dividido em diversos filos, e os principais são poríferos, cnidários, platelmintos, nematódeos ou nematelmintos, anelídeos, equinodermos, moluscos, artrópodes e cordados.

Poríferos

São animais aquáticos, com a presença de poros, por isso também conhecidos como **esponjas**. Não apresentam tecidos e órgãos especializados. São **animais filtradores**. Se reproduzem sexuadamente (hermafroditas) ou por regeneração. As esponjas são sésseis e podem viver sozinhas ou em colônias. Exemplos: esponjas do mar, esponjas calcárias, esponjas-de-vidro, etc.

Cnidários

Vivem em água doce ou salgada. Alguns se locomovem, as medusas, e outros são sésseis, os pólipos. Grande parte dos cnidários apresenta duas formas de vida em seu ciclo vital: **pólipo** e **medusa**. Exemplos: águas-vivas, anêmonas-do-mar, corais, hidras, etc.

Platelmintos

São animais vermiformes com **corpo alongado e achatado**, em forma de fita. Vivem como parasitas ou livremente. Exemplos: tênias e planárias.

Nematódeos

São animais vermiformes com **corpo cilíndrico**. Podem viver como parasitas de animais e plantas ou livremente. Exemplos: lombrigas e ancilóstomos.

Anelídeos

Apresentam um **corpo cilíndrico, segmentado** em anéis e alongado. Vivem em ambientes úmidos na terra ou nas águas salgada e doce. Sua reprodução se dá de forma sexuada ou assexuada. São exemplos mais conhecidos minhocas e sanguessugas.

Moluscos

Apresentam corpo mole, protegido ou não por **concha**. Esses animais vivem na água doce ou salgada e em solo úmido. Exemplos: ostra, mexilhão, polvo, lula, lesma, caramujo, etc.

Artrópodes

É o grupo com maior número de espécies entre os animais. Vivem nos mais diversos ambientes aquáticos e terrestres. Todos possuem **corpo segmentado**, **patas articuladas**, apresentam **exoesqueleto** de quitina, que precisam trocar para crescer, processo conhecido como **muda** ou **ecdise**. Podem ser aracnídeos, como aranhas, escorpiões e carrapatos; crustáceos, como caranguejos, lagostas e camarões; insetos, como borboletas, moscas, mosquitos e abelhas; quilópodes, como centopeias ou lacraias; e diplópodos, como piolho de cobra.

Equinodermos

São animais que vivem no mar, apresentam um **exoesqueleto calcárioo**, sistema hidrovascular e simetria radial. Exemplos: estrelas-do-mar e ouriços-do-mar.

Cordados vertebrados

Vivem em quase todos os ambientes do planeta. Apresentam **coluna vertebral**, **caixa craniana** e órgãos altamente especializados, simetria bilateral, o corpo segmentado, a circulação fechada e endoesqueleto.

Os principais grupos dos cordados são: peixes cartilaginosos, peixes ósseos, anfíbios, répteis, aves e mamíferos.

Peixes

Esse grupo inclui os animais aquáticos, principalmente marinhos. O grupo se divide nas classes **condrictes**, de peixes cartilaginosos, e **osteíctes**, de peixes ósseos. A respiração é branquial, são ectotérmicos, apresentam circulação fechada e coração com 2 cavidades. O corpo é recoberto por **escamas** e muco, e podem apresentar bexiga natatória (osteictes).

Anfíbios

Os anfíbios, na fase larval, possuem respiração branquial e são dependentes da água. Ao passar do período da **metamorfose** e adquirir a respiração pulmonar e cutânea, podem viver fora da água. Podem ser anuros, urodelos e ápodos. Exemplos: sapo, salamandra, perereca e rã.

Répteis

Esses animais podem viver na água ou na terra. São na maioria ovíparos, mas alguns são ovovivíparos. Possuem coração com 3 cavidades e respiração pulmonar. São ectotérmicos e seus corpos são revestidos por escamas ou placas córneas. Exemplos: jacaré, serpente e tartaruga.

Aves

Apresentam o corpo coberto de **penas**. Possuem coração com 4 cavidades e respiração pulmonar, são endotérmicas. São ovíparas. Possuem adaptações para voar, como penas, sacos aéreos, ossos ocos, carena e ausência de bexiga urinária. Exemplos: águia, pinguim, coruja, cisne, tucano, pardal, bem-te-vi, papagaio, etc.

Mamíferos

Nesse grupo, as fêmeas da espécie alimentam seus filhotes através das **glândulas mamárias**. Podem ser eutérios, metatérios e prototérios. Possuem pelos, glândulas sudoríparas e sebáceas. São endotérmicos. Apresentam panículo adiposo, coração com 4 cavidades e respiração pulmonar. Exemplos: humano, cachorro, baleia, morcego, onça, canguru, ornitorrinco, raposa, elefante, macaco, urso, etc.

Avalie o que aprendeu

1. A maioria dos animais que conhecemos se desloca livremente pelo ambiente. Porém, existem alguns que, como as esponjas, são sésseis. O que são animais sésseis?

2. Nas praias, muitos banhistas já devem ter sentido na pele os efeitos dos cnidócitos das águas-vivas. Os cnidócitos são células encontradas nos cnidários e exercem um papel muito importante na vida desses animais. Qual a função dos cnidócitos?

3. (Uece) Dentre as características apresentadas abaixo, marque aquela que justifica a inclusão de um ser vivo no filo Porifera e não em outros filos animais.

- a) Possuem ciclo de vida assexuado e sexuado.
- b) Apresentam cnidócitos como mecanismo de defesa.
- c) Filtram a água para a absorção de nutrientes.
- d) Não possuem células organizadas em tecidos bem definidos.

4. (IFCE) Quanto aos cnidoblastos, que são células presentes nos cnidários, é correto afirmar que:

- a) são células de defesa dotadas de espinhos ou líquidos tóxicos.
- b) são células sensoriais com capacidade de percepção de estímulos químicos.
- c) são células digestivas responsáveis pela secreção de enzimas.
- d) estão presentes na mesogleia das esponjas.
- e) são as larvas de um hidrozoário.

5. (Fuvest-SP) A Grande Barreira de Recifes se estende por mais de 2.000 km ao longo da costa nordeste da Austrália e é considerada uma das maiores estruturas construídas por seres vivos. Quais são esses organismos e como eles formam esses recifes?

- a) esponjas – à custa de secreções calcárias.
- b) celenterados – à custa de espículas calcárias e silicosas do seu corpo.
- c) pólipos de cnidários – à custa de secreções calcárias.
- d) poríferos – à custa de material calcário do terreno.
- e) cnidários – à custa de material calcário do solo, como a gipsita.

6. (PUC-SP) Os recifes de corais são formados por colônias de animais providos de um esqueleto que protege um grande número de pólipos. Os animais presentes nos corais pertencem ao mesmo filo que:

- a) águas-vivas e anêmonas-do-mar.
- b) mexilhões e caramujos.
- c) esponjas e hidras.
- d) estrelas-do-mar e planárias.
- e) ouriços-do-mar e caranguejos.

7. A quais filos e classes pertencem os animais abaixo:

a) planária - _____

e) polvo - _____

b) lesma - _____

f) sanguessuga - _____

c) minhoca - _____

g) água-viva - _____

d) tênia - _____

8. Acredita-se que os répteis tenham surgido há aproximadamente 350 milhões de anos e que foram os primeiros animais vertebrados efetivamente adaptados à vida em ambientes terrestres devido ao fato de apresentarem, por exemplo, pulmões desenvolvidos e pele seca e impermeável.

a) Por que os pulmões desenvolvidos e a pele seca e impermeável permitiram aos répteis a conquista definitiva do ambiente terrestre?

b) Apesar de répteis e aves viverem em ambientes terrestres, a maioria das aves tem capacidade de voar, o que não ocorre com os répteis atuais. Cite algumas características relacionadas ao voo adquiridas pelas aves ao longo da evolução.

9. As diferentes ordens de artrópodes possuem características visíveis a olho nu e que podem facilitar a sua identificação. Quais características você poderia usar para identificar um animal como sendo um inseto?

10. Para que os animais sejam agrupados sob o nome de vertebrados, eles devem possuir características em comum. Que características são essas?

11. (Enem) As estrelas-do-mar comem ostras, o que resulta em efeitos econômicos negativos para criadores e pescadores. Por isso, ao se depararem com esses predadores em suas dragas, costumavam pegar as estrelas-do-mar, parti-las ao meio e atirá-las de novo à água. Mas o resultado disso não era a eliminação das estrelas-do-mar, e sim o aumento do seu número.

DONAVEL, D. A bela é uma fera. Superinteressante. Disponível em: <<http://super.abril.com.br>>. Acesso em: 30 abr. 2010 (adaptado).

A partir do texto e do seu conhecimento a respeito desses organismos, a explicação para o aumento da população de estrelas-do-mar baseia-se no fato de elas possuírem:

a) papilas respiratórias que facilitaram sua reprodução e respiração por mais tempo no ambiente.

- b) pés ambulacrários que facilitaram a reprodução e a locomoção do equinodermo pelo ambiente aquático.
- c) espinhos na superfície do corpo que facilitaram sua proteção e reprodução, contribuindo para a sua sobrevivência.
- d) um sistema de canais que contribuíram na distribuição de água pelo seu corpo e ajudaram bastante em sua reprodução.
- e) alta capacidade regenerativa e reprodutiva, sendo cada parte seccionada capaz de dar origem a um novo indivíduo.

12. (UFPE) Os tubarões são animais condictes que pertencem ao grupo Elasmobranchii. Todas as características abaixo são observadas em tubarões, exceto:

- a) boca em posição ventral.
- b) olfato muito desenvolvido.
- c) narinas terminando em fundo cego, sem comunicação com a faringe.
- d) presença de bexiga natatória.
- e) apresentação de dimorfismo sexual.

13. (UFJF-MG) A respeito dos peixes, será correto afirmar que:

- a) a sua larva denomina-se, primeiramente, girino e, posteriormente, alevino.
- b) neles, a medula raquiana ou espinhal forma-se a partir da notocorda.
- c) todas as espécies são dotadas de brânquias.
- d) nas espécies ditas pulmonadas, a bexiga natatória exerce a função de pulmão, sendo o único órgão respiratório desses animais.
- e) existem espécies de reprodução sexuada e espécies de reprodução assexuada.

14. (UFMG)

*A ruazinha lagarteando ao sol.
O coreto de música deserto
Aumenta ainda mais o silêncio.*

Mário Quintana

A expressão lagartear — “deitar-se ao sol” — resultou da observação de um comportamento comum aos lagartos. É correto afirmar que, do ponto de vista biológico, esse comportamento se explica com base no fato de que os lagartos:

- a) dependem de fonte externa de calor para a regulação da temperatura, o que os torna muito ativos ou muito lentos.
- b) evitam a dessecação por meio de placas córneas e de corpo revestido por pele grossa, o que lhes dificulta a locomoção.
- c) excretam ureia, composto volátil e tóxico, que requer água para ser eliminada e induz a um estado de paralisia.
- d) possuem pequena superfície pulmonar para uma troca gasosa eficiente, o que os torna sonolentos e preguiçosos.

15. (Enem) Os anfíbios representam o primeiro grupo de vertebrados que, evolutivamente, conquistou o ambiente terrestre. Apesar disso, a sobrevivência do grupo ainda permanece restrita a ambientes úmidos ou aquáticos, devido à manutenção de algumas características fisiológicas relacionadas à água.

Uma das características a que o texto se refere é a:

- a) reprodução por viviparidade.
- b) respiração pulmonar nos adultos.
- c) regulação térmica por endotermia.
- d) cobertura corporal delgada e altamente permeável.
- e) locomoção por membros anteriores e posteriores desenvolvidos.

16. (UFRN) Répteis e aves foram os primeiros grupos animais na escala filogenética a apresentar âmnio e alantoide no ovo. Por conta desse ganho evolutivo, esses animais tornaram-se capazes de:

- a) desenvolver-se sem metamorfose.
- b) produzir maior número de filhotes.
- c) formar a cavidade celomática.
- d) reproduzir-se fora da água.

17. (Enem) Em 1861 foi anunciada a existência de um fóssil denominado *Arqueopteryx*, que revolucionou o debate acerca da evolução dos animais. Tratava-se de um dinossauro que possuía penas em seu corpo. A partir dessa descoberta, a árvore filogenética dos animais acabou sofrendo transformações quanto ao ancestral direto das aves.

Nessa nova árvore filogenética, de qual grupo as aves se originaram?

- a) Peixes ósseos.
- b) Répteis.
- c) Mamíferos.
- d) Peixes cartilaginosos.
- e) Anfíbios.

18. (UFPE) Os mamíferos atuais podem ser agrupados em prototérios (monotremados), metatérios (marsupiais) e eutérios (placentários). Assinale a alternativa que indica apenas mamíferos eutérios, considerando que, nesses animais, o período de gestação é mais longo que o observado nos metatérios, o desenvolvimento embrionário ocorre no interior do útero materno e, em consequência, os filhotes nascem completamente formados.

A alternativa que apresenta essa característica é:

- a) Gambá, leão-marinho e capivara.
- b) Coelho, canguru e peixe-boi.
- c) Morcego, gambá e canguru.
- d) Rato, morcego e baleia.
- e) Gambá, peixe-boi e baleia.

19. (Enem) Grupos de proteção ao meio ambiente conseguem resgatar muitas aves aquáticas vítimas de vazamentos de petróleo. Essas aves são lavadas com água e detergente neutro para a retirada completa do óleo de seu corpo e, posteriormente, são aquecidas, medicadas, desintoxicadas e alimentadas. Mesmo após esses cuidados, o retorno ao ambiente não pode ser imediato, pois elas precisam recuperar a capacidade de flutuação.

Para flutuar, essas aves precisam:

- a) recuperar o tônus muscular.
- b) restaurar a massa corporal.
- c) substituir as penas danificadas.
- d) restabelecer a capacidade de homeotermia.
- e) refazer a camada de cera impermeabilizante das penas.



Acelere o Saber

mais

CIÊNCIAS DA NATUREZA

FÍSICA

Adobestock

Os desertos são alguns dos locais mais inóspitos da Terra, com temperaturas que podem variar de 50 °C durante o dia para 0 °C durante a madrugada.

Capítulo 1

Calorimetria

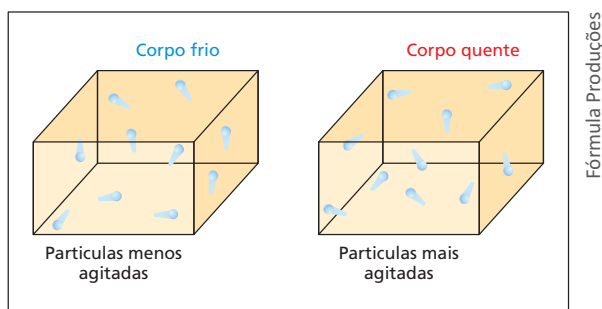
Os conceitos de calor e temperatura são bastante comuns no dia a dia. Em geral, a temperatura não varia de maneira tão extrema em um mesmo dia como no deserto, mas pode variar bastante ao longo das estações dos anos, nos fazendo "sentir mais ou menos calor" utilizando termos da linguagem popular.

Neste capítulo vamos estudar os principais conceitos da termologia, aprendendo a diferenciar os conceitos de temperatura, energia térmica e calor, calculando as temperaturas nas principais escalas termométricas e as trocas de calor com e sem mudanças de fase.

Temperatura, energia térmica e calor

Embora essas três grandezas (temperatura, energia térmica e calor) por vezes sejam tratadas como a mesma coisa no dia a dia, fisicamente são grandezas distintas:

- **Temperatura:** grandeza física escalar de um corpo ou sistema que pode ser relacionada ao grau de agitação das moléculas de um corpo ou sistema;



Quanto menor for a agitação das moléculas de um corpo ou sistema, menor a sua temperatura e vice-versa.

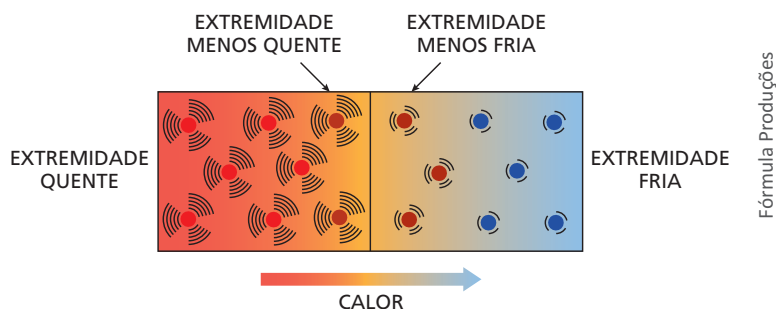
- **Energia térmica:** grandeza física escalar de um corpo ou sistema que depende do somatório das energias de agitação média das partículas que o formam, isto é, depende da temperatura e da quantidade de partículas que formam o corpo;



Adobestock

Como os pedaços menores e maiores de chocolate têm a mesma densidade e estão à mesma temperatura, por serem de tamanhos diferentes, eles terão diferentes energias térmicas.

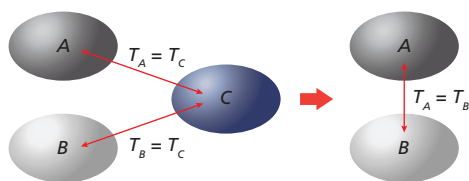
- **Calor:** energia térmica em trânsito de um corpo ou sistema a outro. O calor sempre flui, espontaneamente, do corpo de maior temperatura para o corpo de menor temperatura.



O calor flui do corpo de maior temperatura para o de menor temperatura.

Em um sistema com vários corpos a diferentes temperaturas, como o calor flui dos corpos de maior para os de menor temperatura, eles tendem a atingir a mesma temperatura espontaneamente. Quando todos os corpos do sistema atingem a mesma temperatura, dizemos que o sistema está em **equilíbrio térmico**.

A chamada **lei zero da termodinâmica** se refere ao conceito de equilíbrio térmico: se um corpo A está em equilíbrio térmico com um corpo C, e o corpo C está em equilíbrio com um corpo B, então os corpos A e B também estão em equilíbrio térmico:



Lei Zero da Termodinâmica.

A unidade de medida de calor é o joule (J) — a unidade do Sistema Internacional de Unidades (SI) para qualquer tipo de energia. No entanto, usualmente é muito utilizada a unidade caloria (cal). Por definição, uma caloria (cal) corresponde à quantidade de calor necessário para que se eleve 1 grama de água pura da temperatura de 14,5 °C para 15,5 °C, sob pressão normal. A relação entre joule e caloria é:

$$1 \text{ cal} = 4,186 \text{ J}$$

Nas embalagens dos alimentos, um dos dados apresentados nas informações nutricionais é o valor energético dado em kcal e kJ.

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL / INFORMACIÓN NUTRICIONAL		
PORÇÃO 25 g (7 BISCOITOS) / PORCIÓN 25 g (7 UNIDADES)		
VALOR ENERGÉTICO	QUANTIDADE POR PORÇÃO / CANTIDAD POR PORCIÓN	% VALOR DIÁRIO*
91 kcal = 382 kJ		
CARBOIDRATOS / CARBOHIDRATOS	19 g	5%
PROTEÍNAS / PROTEÍNAS	2,4 g	5%
GORDURAS TOTAIS / GRASAS TOTALES	0 g	0%
GORDURAS SATURADAS / GRASAS SATURADAS	0 g	0%
GORDURAS TRANS / GRASAS TRANS	0 g	0%
GORDURAS MONOINSATURADAS / GRASAS MONOINSATURADAS	0 g	0%
GORDURAS POLINSATURADAS / GRASAS POLINSATURADAS	0 g	0%
COLESTEROL / COLESTEROL	0 g	0%
FIBRA ALIMENTAR / FIBRA ALIMENTAR	0 g	0%

Adobestock

Atividades resolvidas

R1. Maria tomou um pote de iogurte no seu café da manhã e verificou nas informações nutricionais que a quantidade do pote fornece 114 kcal de energia. Qual é esse valor energético em unidades do SI?

Resolução

A unidade do SI para energia é o joule e temos a seguinte relação:

$$1 \text{ cal} = 4,186 \text{ J}$$

Assim:

$$114 \text{ kcal} = 4,186 \cdot 114 \text{ kJ} = 477,204 \text{ kJ} = 477 \text{ 204 J}$$

Atividades

1. João, em um dia com temperatura de 30 °C, disse para seu amigo: nossa, estou com muito calor hoje!

Do ponto de vista da Física, um corpo pode “possuir” calor? Justifique.

2. Qual o seu alimento favorito? Utilizando uma embalagem desse alimento ou fazendo uma pesquisa na internet, preencha o quadro a seguir:

Alimento preferido:	Valor energético (kcal):	Valor energético (kJ):

Escalas termométricas

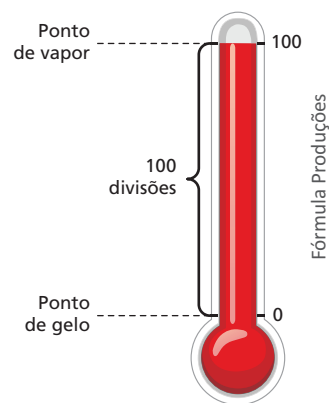
As escalas termométricas são conjuntos de valores numéricos em que se associa cada valor a uma determinada temperatura. Na sequência, vamos conhecer as três principais.

Em cada escala são definidos dois pontos fixos fundamentais, que, em geral, correspondem à temperatura de gelo fundente (ponto de gelo), e à temperatura de ebulição da água (ponto vapor).

Escala Celsius

Essa é a escala termométrica mais utilizada no mundo, inclusive no Brasil, definida pelo físico Anders Celsius (1701-1744) no século XVIII. Celsius definiu o valor 0 para o ponto de gelo e 100 para o ponto vapor, gerando uma escala com cem divisões entre os dois pontos físicos fundamentais.

Nessa escala, cada uma das 100 divisões da corresponde a 1 grau Celsius (1 °C).



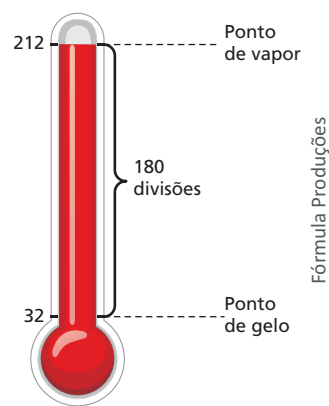
Escala Celsius.

Escala Fahrenheit

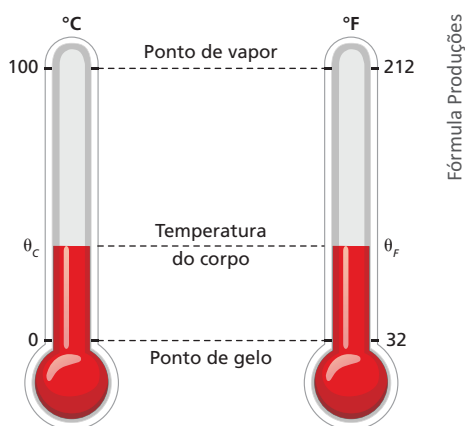
É a escala utilizada principalmente em países de língua inglesa, sendo definida no século XVIII pelo físico Gabriel Fahrenheit (1686-1736). Inicialmente Fahrenheit escolheu outros pontos fixos, mas posteriormente verificou-se o valor de 32 para o ponto de gelo e 212 para o ponto vapor, portanto:

Nessa escala, cada uma das 180 divisões corresponde a 1 grau Fahrenheit (1°F).

Conhecendo as duas escalas, conseguimos converter o valor de temperatura de uma para outra. Observe a relação entre elas:



Escala Fahrenheit.



Pelos intervalos da figura, podemos chegar à seguinte relação:

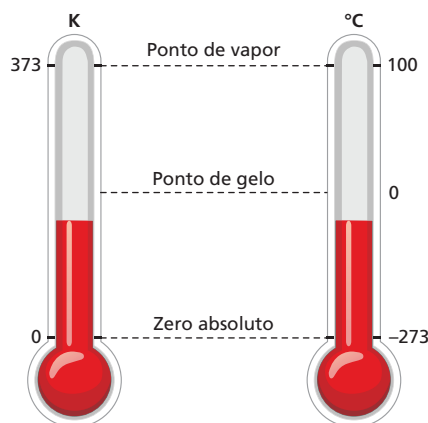
$$\frac{\theta_C}{5} = \frac{\theta_F - 32}{9}$$

θ_C é a temperatura na escala Celsius e θ_F a temperatura na escala Fahrenheit. Se considerarmos apenas a variação das temperaturas, podemos também escrever:

$$\frac{\Delta \theta_C}{100} = \frac{\Delta \theta_F}{180}$$

Escala Kelvin

No século XIX, o físico William Thomson (1827-1907), conhecido como Lorde Kelvin, propôs uma escala termométrica absoluta, que teria origem no **zero absoluto** (menor temperatura teórica possível na natureza, na qual não existiria energia cinética das moléculas). O zero absoluto foi calculado por Kelvin como aproximadamente $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$ e verificou-se que os pontos de gelo e de vapor correspondem a 273 e 373, respectivamente. Assim, comparando a escala Kelvin com a Celsius, temos:



A escala Kelvin também possui 100 divisões entre os pontos de gelo e vapor, assim, a conversão com a escala Celsius é mais direta:

$$T(K) = \theta_c + 273$$

Por ser a escala absoluta, convencionou não se utilizar o termo "grau" nessa escala. Portanto, 273 K, por exemplo, é dito 273 Kelvins.

Atividades resolvidas

R2. Em uma viagem para os Estados Unidos, Sofia, não se sentindo muito bem, comprou um termômetro digital na farmácia, que dá os valores na escala Fahrenheit, e mediu sua temperatura:

Com essa medida, ela está com febre?

Resolução

Mudando para a escala Celsius, temos:

$$\frac{\theta_c}{5} = \frac{\theta_F - 32}{9} \Rightarrow \frac{\theta_c}{5} = \frac{98,6 - 32}{9} \Rightarrow \theta_c = 5 \cdot \frac{66,6}{9} = 37\text{ }^{\circ}\text{C}$$

Portanto, como está com $37\text{ }^{\circ}\text{C}$, Sofia não está com febre.



Atividades

3. Leia o texto a seguir:

A **febre** é um mecanismo de defesa do corpo, uma reação do organismo à presença de alguma anomalia, como uma infecção viral, por exemplo. Considera-se que uma pessoa está com febre quando a temperatura dela é igual ou maior que 37.8 °C.

Se a febre persistir ou aumentar bruscamente, além de surgir acompanhada de um ou mais sintomas como **dor de cabeça**, **dor de garganta** ou **vômito**, por exemplo, é recomendado buscar atendimento médico.

Disponível em: <https://drauziovarella.uol.com.br/ambulatorio/febre-ambulatorio/mitos-e-verdades-sobre-a-febre/#>. Acesso em: ago. 2023.

Considerando o texto:

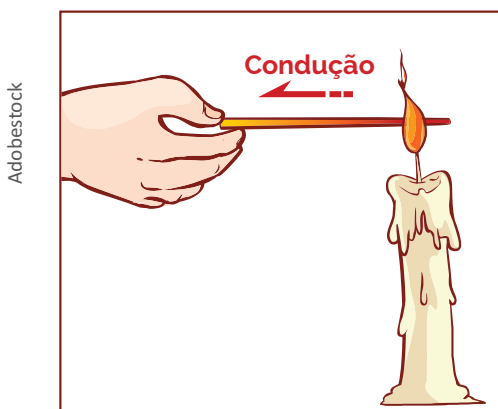
a) Qual o valor de temperatura que é considerado febre? Escreva esse valor nas escalas Fahrenheit e Kelvin.

b) No caso de febre, quando é recomendado buscar atendimento médico?

Transmissão de calor

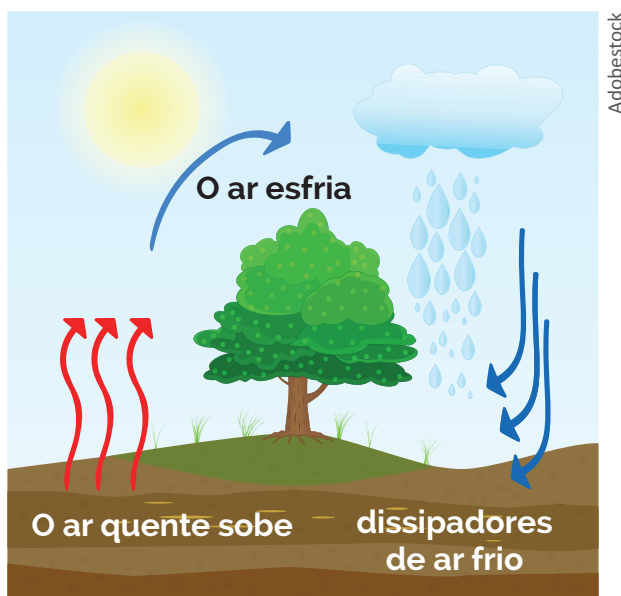
O calor se transmite de um corpo ou sistema para outro, basicamente, de três formas:

- **Por condução:** a energia térmica passando sucessivamente de uma partícula a outra;



Ao aquecer um dos lados da barra metálica, calor será transmitido partícula a partícula por condução por toda a barra até chegar à mão que segura a barra.

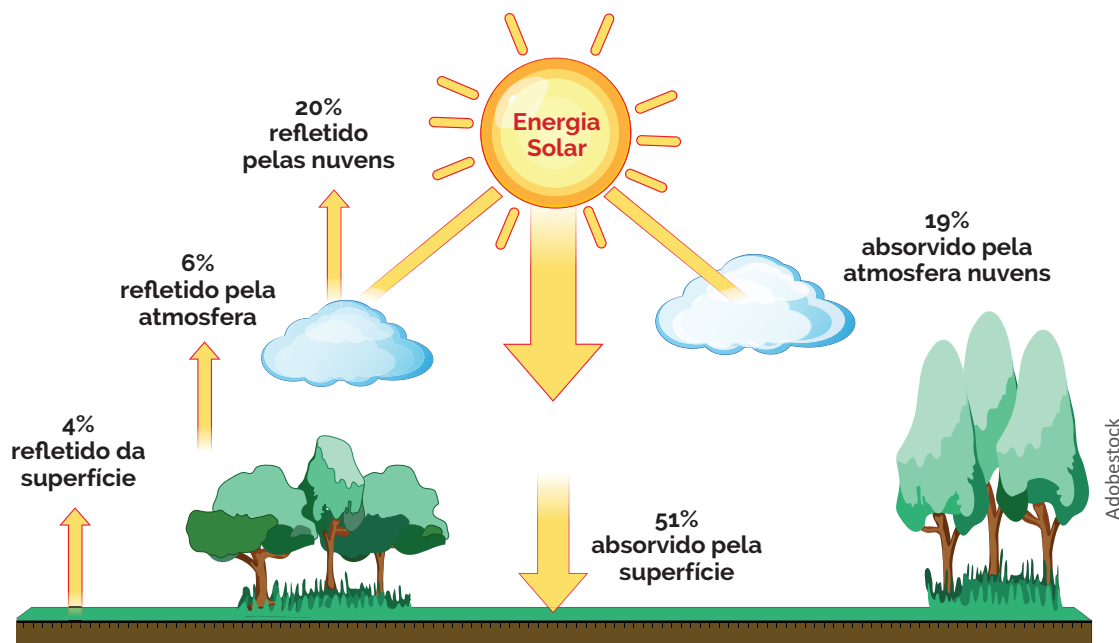
- **Por convecção:** o calor é propagado por meio do deslocamento de matéria em diferentes temperaturas;



Devido a diferença de densidades, por convecção, o ar frio (mais denso) desce e o ar quente (menos denso) sobe.

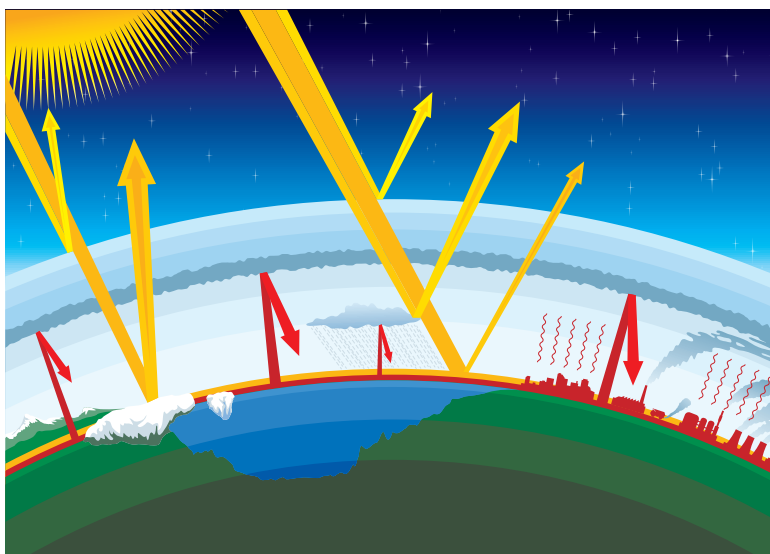
- **Por irradiação (ou radiação):** a transmissão de energia ocorre por meio de ondas eletromagnéticas que, quando absorvidas, se transformam em energia térmica.

Radiação solar



A energia que recebemos do Sol chega por meio da irradiação.

Parte da energia em forma de radiação infravermelha que vem do Sol fica retida na Terra devido à atmosfera, pelos gases que lá existem, causando o efeito estufa natural:



Efeito estufa.

O efeito estufa natural é essencial para a existência da vida na Terra, pois mantém a temperatura em uma faixa compatível com as formas de vida que temos aqui. No entanto, ações humanas como a queima de combustíveis fósseis, queimadas em áreas verdes, poluição industrial, dentre outros, aumentam a emissão do gás carbônico (CO_2) na atmosfera, causando o chamado **aquecimento global** (aumento anormal da temperatura média do planeta), que gera resultados negativos para o futuro da Terra, como o derretimento das geleiras polares que aumentam o nível do mar, provocando inundações e até mesmo a extinção de espécies.

Para um futuro sustentável, cabe a todos os países do mundo reduzir a emissão de gás carbônico por diversos meios, como extinguir as queimadas provocadas pelo ser humano e a poluição industrial, maior utilização de fontes de energia alternativas aos combustíveis fósseis, dentre outros.

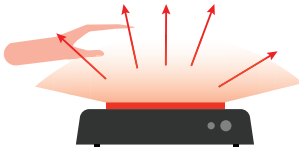
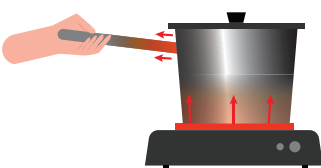


Adobestock

O futuro sustentável do planeta está nas nossas mãos.

Atividades resolvidas

R3. Por meio das informações, identifique em cada caso o tipo de transmissão de energia:

a)	b)	c)
Energia transferida por meio de radiação eletromagnética	Energia transferida por contato direto	Energia transferida por meio do movimento de massa
		

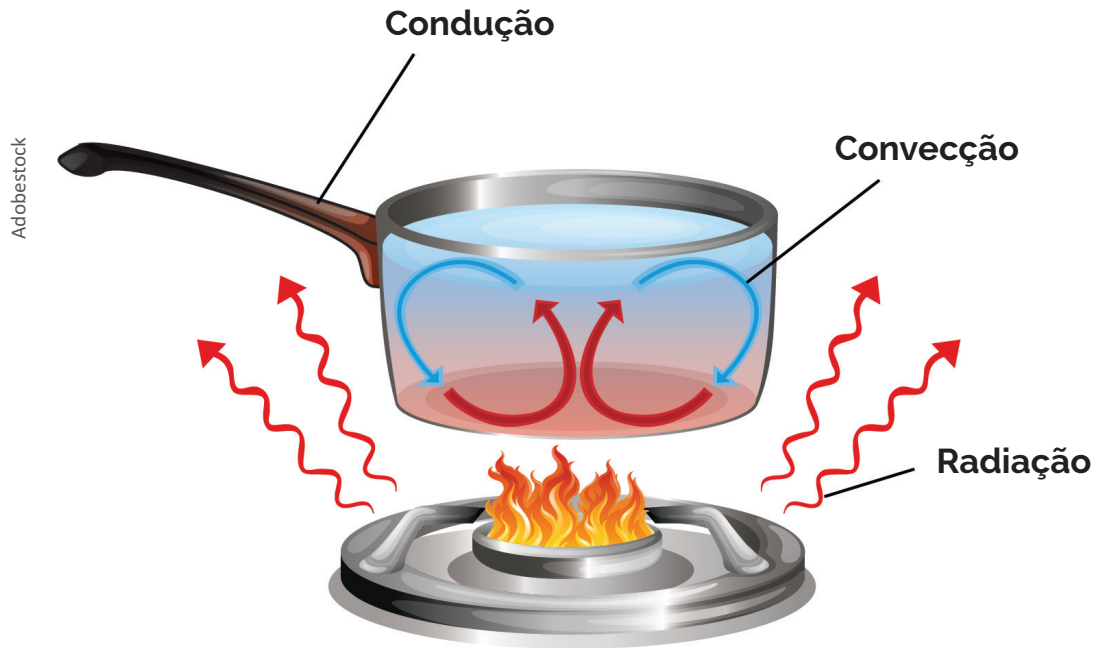
Adobestock

Resolução

- a) O processo de transmissão de energia por ondas eletromagnéticas é o de **irradiação**.
b) O processo de transmissão de energia por contato direto é o de **condução**.
c) O processo de transmissão de energia por meio do movimento de massa é a **convecção**.

Atividades

4. As três formas de energia podem ocorrer ao mesmo tempo. Observe a situação a seguir e escreva nos locais indicados (A, B e C) o tipo de transmissão de energia que está ocorrendo.



Trocas de calor

Para entendermos como se dão as trocas de calor entre os corpos de um sistema, vamos definir algumas grandezas importantes:

- **Capacidade térmica (C):** indica a quantidade de calor que um corpo precisa ceder ou receber para que a sua temperatura varie em uma unidade. Definida como:

$$C = \frac{Q}{\Delta\theta}$$

Sendo Q a quantidade de calor (joule) e $\Delta\theta$ a variação da temperatura (kelvin). Assim, no SI a unidade de medida da capacidade térmica é o joule por kelvin (J/K). No entanto, usualmente temos a caloria por grau Celsius (cal/°C).

- **Calor específico (c):** definido como a capacidade térmica de um corpo por unidade de massa:

$$c = \frac{C}{m} \Rightarrow c = \frac{Q}{m \cdot \Delta\theta}$$

O calor específico mostra a quantidade de calor que cada unidade de massa de um corpo precisará receber ou ceder para que a sua temperatura varie em uma unidade. A unidade de medida, no SI, é joule por quilograma kelvin (J/kg·K), mas usualmente temos a caloria por grama grau Celsius (cal/g°C).

- **Calor sensível (Q):** calor que é recebido ou cedido por um corpo, provocando nele uma variação de temperatura:

$$c = \frac{Q}{m \cdot \Delta\theta} \Rightarrow Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta$$

Sendo essa a chamada **equação fundamental da calorimetria**.

Pela equação, com o calor específico (c) do corpo constante, para uma mesma variação da temperatura ($\Delta\theta$), a quantidade de calor (Q) será diretamente proporcional à massa do corpo. Portanto, quanto maior a variação da temperatura, maior a quantidade de calor que o corpo cedeu ou recebeu, e vice-versa. O calor sensível de um corpo é, portanto, a energia térmica relacionada à mudança da energia cinética das partículas de um corpo ou sistema.

Conhecendo essas grandezas, podemos entender como se dão as trocas de calor sem mudanças de estados físicos da matéria. Para isso, vamos considerar um sistema físico qualquer, no qual não há nenhuma troca de calor entre os corpos que fazem parte dele, e definir o meio externo como um sistema **isolado termicamente**. Nesses sistemas, as trocas de calor ocorrem apenas entre os corpos dentro do sistema. Nesse caso, temos:

$$|\Sigma Q_{\text{cedido}}| = |\Sigma Q_{\text{recebido}}|$$

Por convenção, o calor recebido é considerado positivo e o calor cedido negativo, dessa forma, podemos também expressar a relação anterior da seguinte forma:

$$\Sigma Q_{\text{cedido}} + \Sigma Q_{\text{recebido}} = 0 \text{ ou } \Sigma Q_{\text{recebido}} = -\Sigma Q_{\text{cedido}}$$

Os calorímetros são recipientes que podem ser considerados sistemas isolados termicamente, pelo menos por um determinado período de tempo e que, assim, nos permitem, de forma direta ou indireta, calcular as quantidades de calor trocadas entre os corpos.



Adobestock

Calorímetro de um laboratório didático de Física.

Nas partes internas desse instrumento, em geral, há um líquido no qual mergulhamos os corpos que trocarão calor. Em um dos orifícios da tampa, colocamos o termômetro para controlar a temperatura. Em geral, o calorímetro tem paredes internas e externas de alumínio ou cobre, com camadas de isopor para aumentar o isolamento. Chamamos de **ideal** o calorímetro teórico que impede totalmente as trocas de calor entre os corpos, o meio externo e ele mesmo, ou seja, quando o calorímetro tem **capacidade térmica desprezível**.

Calor latente

Nem sempre as trocas de calor entre os corpos ocorrem sem mudanças de estado físico (sólido, líquido e gasoso). Nesses casos, precisamos considerar o **calor latente (L)**, definido como a energia térmica relacionada à transformação da energia potencial de agregação dos corpos. Essa transformação altera o arranjo físico das partículas do corpo, provocando uma mudança de estado físico sem alteração de temperatura.

Nesse sentido, se temos um corpo de massa m que precisa de uma quantidade de calor Q para mudar de estado físico, temos:

$$L = \frac{Q}{m} \Rightarrow Q = m \cdot L$$

A grandeza calor latente (L) é uma característica do material que forma o corpo ou a substância.

Ao receber ou ceder calor, o corpo ou a substância poderá, por meio do calor latente (L), passar de um estado físico para outro. A mudança de uma fase para outra de uma substância pura acontece à temperatura constante. Observe as mudanças a seguir:



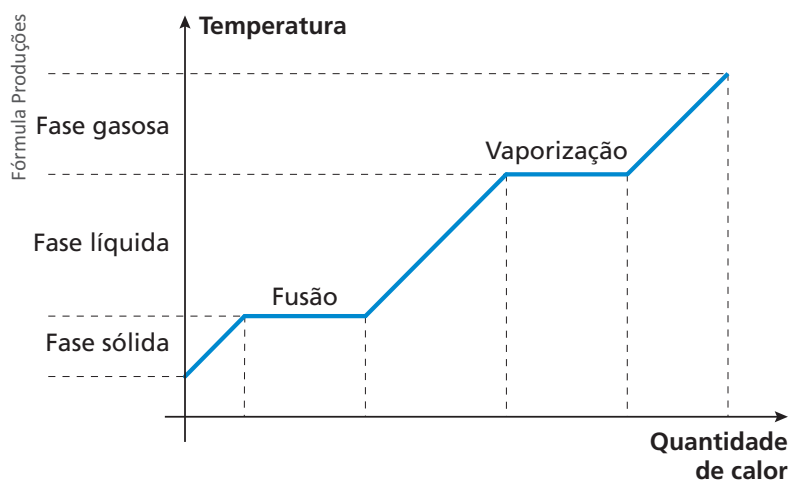
Mudanças do estado físico da matéria.

A vaporização pode acontecer, principalmente, por ebulição e por evaporação. Na ebulição a mudança se dá de maneira turbulenta, devido a uma rápida mudança de temperatura da substância (como a água fervente em uma panela), enquanto a evaporação acontece lentamente, de maneira gradual (como a roupa secando no varal).

Uma substância pode passar diretamente do estado sólido para o gasoso ou vice-versa, nesse caso, temos a mudança de estado denominada **sublimação**.

Para cada transformação de estado físico, cada substância tem um calor latente característico. A água, por exemplo, tem calor latente de fusão-solidificação a 0 °C de 80 cal/g e calor latente de vaporização-liquefação a 100 °C de 540 cal/g.

O gráfico da temperatura pela quantidade de calor a seguir mostra como se dão as transformações de estado físico de uma substância genérica qualquer.



Mudanças de fase da matéria para uma substância pura.

Dessa forma, em um sistema com diferentes corpos e substâncias a diferentes temperaturas, as trocas de calor podem ou não acontecer com mudanças de estado físico, dependendo da configuração dos corpos e substâncias do sistema. Assim, na análise de cada problema, devemos verificar quais trocam calor sensível e quais trocam calor latente. De maneira geral, sendo o sistema isolado, a soma das quantidades de calor de todos os corpos do sistema é nula, de forma que:

$$\Sigma Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots + Q_n = 0$$

Atividades resolvidas

R4. Considere que um grupo de alunos no laboratório de Física utiliza um calorímetro de capacidade térmica de 75 cal/°C para uma mistura de 400 g de água à temperatura ambiente (30 °C) com certa quantidade de gelo em fusão (0 °C). Após um tempo, com o gelo todo derretido, o grupo mede uma temperatura de equilíbrio de 10 °C. Nessa situação, qual aproximadamente a massa de gelo que foi utilizada na mistura?

Dados: calor latente de fusão do gelo = 80 cal/g; calor específico da água = 1,0 cal/g°C.

Resolução

Pelo enunciado, temos:

Q_1 = quantidade de calor sensível cedido pela água a 30 °C;

Q_2 = quantidade de calor sensível cedida pelo calorímetro;

Q_3 = quantidade de calor latente recebida pelo gelo em fusão a 0 °C; e

Q_4 = quantidade de calor sensível recebida pela água originada do gelo fundido a 0 °C.

Assim, nas trocas de calor, temos:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = 0$$

$$(m \cdot c \cdot \Delta\theta)_{\text{água}} + (C \cdot \Delta\theta)_{\text{calorímetro}} + (m \cdot L)_{\text{gelo}} + (m \cdot c \cdot \Delta\theta)_{\text{gelo fundido}} = 0$$

$$400 \cdot 1 \cdot (10 - 30) + 75 \cdot (10 - 30) + m_{\text{gelo}} \cdot 80 + m_{\text{gelo fundido}} \cdot 1 \cdot (10 - 0) = 0$$

$$400 \cdot (-20) + 75 \cdot (-20) + m_{\text{gelo}} \cdot 80 + 10 \cdot m_{\text{gelo fundido}} = 0$$

Se todo o gelo derreteu, então a massa de gelo era:

$$-8\,000 - 1\,500 + 90 \cdot m_{\text{gelo}} = 0$$

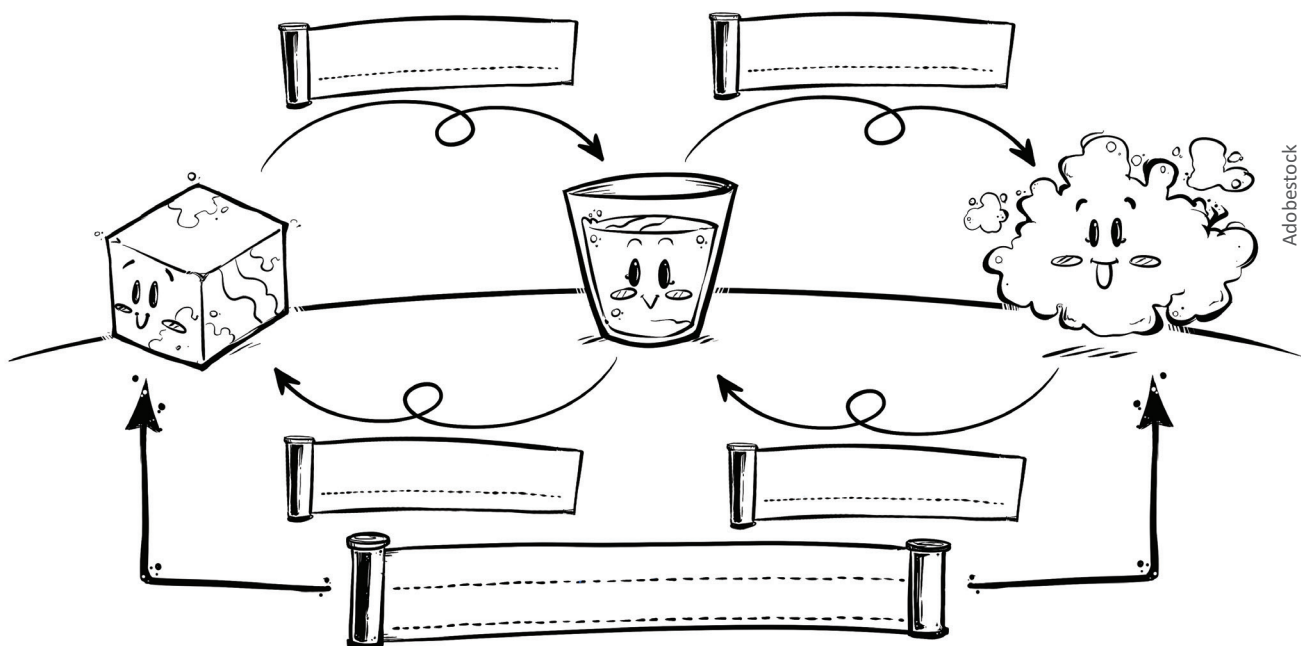
$$90 \cdot m_{\text{gelo fundido}} = 9\,500$$

Portanto:

$$m_{\text{gelo}} = \frac{9\,500}{90} \cong 106 \text{ g}$$

Atividades

5. Considerando os estados físicos da matéria, preencha os espaços a seguir indicando cada mudança de estado:



6. Em uma experiência no laboratório de Física da escola, um grupo coloca 500 g de álcool líquido a 5 °C com 500 g de água líquida a 80 °C em um calorímetro que pode ser considerado ideal e calcula o valor da temperatura de equilíbrio da mistura. Qual o valor aproximado de temperatura, em grau Célsius, que deve ser obtida pelo grupo? Considere que não há mudança de fase das substâncias da mistura.

Dados: $\begin{cases} c_{\text{Álcool}} = 0,58 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C} \\ c_{\text{Água}} = 1 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C} \end{cases}$

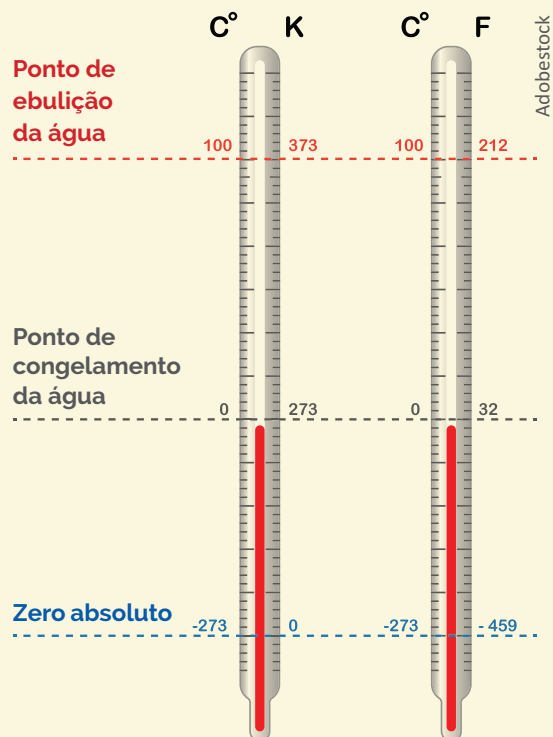
Resumo

Conceitos iniciais da termologia

- Temperatura: relacionada ao grau de agitação das moléculas de um corpo;
- Energia térmica: energia relacionada à agitação média das partículas e do corpo em si (para uma mesma temperatura e densidade, quanto maior o corpo, maior sua energia térmica);
- Calor: forma de energia em trânsito que flui espontaneamente do corpo de maior para o de menor temperatura.

Escalas de temperatura

$$\frac{\theta_C}{5} = \frac{\theta_F - 32}{9} \text{ e } T(\text{K}) = \theta_C + 273$$



Formas de transmissão de calor

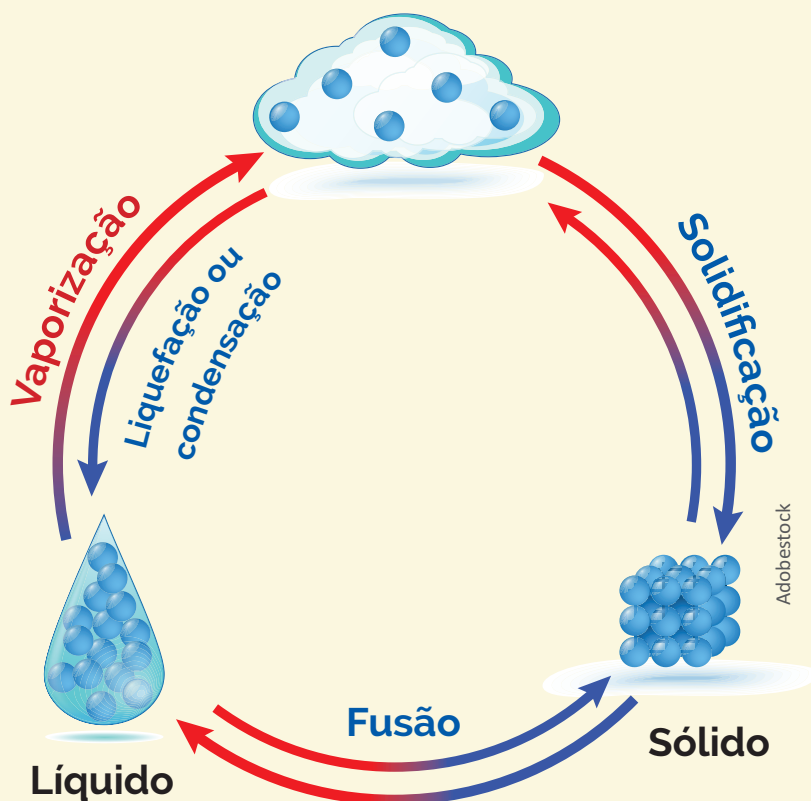
- Por condução: a energia térmica passa sucessivamente de uma partícula a outra;
- Por convecção: o calor é propagado por meio do deslocamento de matéria em diferentes temperaturas;
- Por irradiação (ou radiação): a transmissão de energia ocorre por meio de ondas eletromagnéticas que, quando absorvidas, se transformam em energia térmica.

Trocas de calor

- Capacidade térmica (C): $C = \frac{Q}{\theta}$
- Calor específico (c): $c = \frac{C}{m} \Rightarrow c = \frac{Q}{m \cdot \theta}$
- Calor sensível (Q): $Q = mc\Delta t$
- Calor latente (L): $L = \frac{Q}{m} \Rightarrow Q = m \cdot L$

Em um sistema isolado termicamente: $\Sigma Q_{\text{cedido}} + \Sigma Q_{\text{recebido}} = 0$

Mudanças de fase da matéria



Avalie o que aprendeu

1. (Enem) Um fabricante de termômetros orienta em seu manual de instruções que o instrumento deve ficar três minutos em contato com o corpo para aferir a temperatura. Esses termômetros são feitos com o bulbo preenchido com mercúrio conectado a um tubo capilar de vidro.

De acordo com a termodinâmica, esse procedimento se justifica, pois é necessário que:

- a) o termômetro e o corpo tenham a mesma energia interna.
- b) a temperatura do corpo passe para o termômetro.
- c) o equilíbrio térmico entre os corpos seja atingido.
- d) a quantidade de calor dos corpos seja a mesma.
- e) o calor do termômetro passe para o corpo.

2. (Unicamp) Em março de 2020, a Unicamp e o *Fermi National Accelerator Laboratory* (Fermilab), dos Estados Unidos, assinaram um acordo de cooperação científica com o objetivo de desenvolver tanques para conter argônio líquido a baixíssimas temperaturas (criostatos). Esses tanques abrigarão detectores para o estudo dos neutrinos.

A temperatura do argônio nos tanques é $T_{Ar} = -184\text{ }^{\circ}\text{C}$. Usualmente, a grandeza "temperatura" em Física é expressa na escala Kelvin (K). Sabendo-se que as temperaturas aproximadas do ponto de ebulição (T_E) e do ponto de solidificação (T_S) da água à pressão atmosférica são, respectivamente, $T_E \approx 373\text{ K}$ e $T_S \approx 273\text{ K}$, a temperatura do argônio nos tanques será igual a:

- a) 20 K.
- b) 89 K.
- c) 189 K.
- d) 457 K.

3. (Fatec) Recentemente, uma empresa britânica apresentou um protótipo de um motor a jato supersônico que permitirá às aeronaves comerciais voarem a uma velocidade muito acima da velocidade do som, fazendo com que uma viagem de São Paulo à Austrália dure, aproximadamente, 4 horas (atualmente essa viagem dura cerca de 24 horas).

Isso só é possível devido ao fato de o motor ser alimentado por uma mistura de hidrogênio e oxigênio. Esse motor "suga" o ar à sua frente fazendo com que os gases, antes de entrarem no combustor, sejam resfriados por um sistema denominado *pre-cooler*. Esse dispositivo consegue resfriar os gases variando a temperatura 1 000 K em cerca de 50 ms. Assim, ele aumenta a eficiência de combustível.

Com base nessas informações, podemos afirmar que a taxa de variação de resfriamento térmico, em $^{\circ}\text{C/s}$ é:

- | | | |
|-----------|----------|--------|
| a) 25 460 | c) 2 546 | e) 250 |
| b) 20 000 | d) 2 000 | |

4. (Enem) Em 1962, um jingle (vinheta musical) criado por Heitor Carillo fez tanto sucesso que extrapolou as fronteiras do rádio e chegou à televisão ilustrado por um desenho animado. Nele, uma pessoa respondia ao fantasma que batia em sua porta, personificando o "frio", que não o deixaria entrar, pois não abriria a porta e compraria lã e cobertores para aquecer sua casa. Apesar de memorável, tal comercial televisivo continha incorreções a respeito de conceitos físicos relativos à calorimetria.

DUARTE, M. *Jingle é a alma do negócio*: livro revela os bastidores das músicas de propagandas. Disponível em: <https://guiadoscuriosos.uol.com.br>. Acesso em: 24 abr. 2019 adaptado).

Para solucionar essas incorreções, deve-se associar à porta e aos cobertores, respectivamente, as funções de:

- a) Aquecer a casa e os corpos.
- b) Evitar a entrada do frio na casa e nos corpos.
- c) Minimizar a perda de calor pela casa e pelos corpos.
- d) Diminuir a entrada do frio na casa e aquecer os corpos.
- e) Aquecer a casa e reduzir a perda de calor pelos corpos.

5. (UECE) Em hotéis, é comum o aquecimento de água ser a gás ou outro combustível, sendo que para o chuveiro seguem dois canos: um com água natural e outro com água aquecida. Antes da saída do chuveiro, há um misturador, que homogeneiza a mistura. Considere que após o misturador, por falhas na qualidade do isolamento térmico dos canos, há passagem de calor para o ambiente antes de a água sair no chuveiro. Considerando esse sistema, é correto afirmar que:

- a) há transferência de calor da água quente para a fria no misturador e, no trecho entre o misturador e a saída do chuveiro, há somente ganho de energia térmica da mistura.
- b) há transferência de calor da água quente para a fria no misturador e, no trecho entre o misturador e a saída do chuveiro, há perda de energia térmica da mistura.
- c) não há transferência de calor da água quente para a fria no misturador e, no trecho entre o misturador e a saída do chuveiro, há perda de energia térmica da mistura.
- d) não há transferência de calor da água quente para a fria no misturador e, no trecho entre o misturador e a saída do chuveiro, há ganho de energia térmica da mistura.

6. (Insper) Após seu uso primário, as caixas de embalagens longa vida, que garantem a durabilidade e a qualidade do leite e de outros produtos, podem deixar de ser lixo e passar a ser material de construção para o isolamento térmico de telhados. Depois de abertas, limpas e coladas, elas são postas sob as telhas formando uma manta.



AdobeStock

Para se obter a maior eficiência dessa manta como isolante térmico, deve-se posicioná-la com a face revestida de alumínio voltada para:

- a) cima e distante cerca de 2 cm das telhas.
- b) abaixo e distante cerca de 2 cm das telhas.
- c) baixo e colada nas telhas.
- d) baixo e deitada sobre a laje horizontal.
- e) cima e deitada sobre a laje horizontal.

7. (UECE) Dois blocos de materiais diferentes (ferro e concreto) e de mesma massa foram utilizados como amostras de um teste experimental. Os mesmos foram aquecidos, a partir da temperatura ambiente, por fontes térmicas idênticas, que transmitiram a mesma quantidade de calor aos blocos. Desconsiderando eventuais mudanças de estado, observou-se que o bloco de ferro sofreu maior variação de temperatura. Com relação às propriedades térmicas dos materiais em pauta, tal fenômeno é explicado pelo fato de o bloco de ferro apresentar:

- a) maior calor específico comparado ao de concreto.
- b) maior capacidade térmica que o de concreto.
- c) a mesma capacidade térmica do bloco de concreto.
- d) menor calor específico comparado ao de concreto.

8. (Eear) Atualmente, a pressão da atmosfera interna de aviões comerciais a jato durante o voo é de 80 kPa. Nessa pressão, a água utilizada na preparação de chás e cafés entra em ebulição a 76 °C. Assim, essas bebidas passam aos passageiros a impressão de estarem mornas. No entanto, existe o desenvolvimento de materiais a serem utilizados na construção de novas aeronaves que permitam aumentar a pressão atmosférica interna do avião durante todo o voo para 100 kPa. Nesse novo valor a água entra em ebulição a 100 °C. O aumento de energia necessário para fazer 200 mL de água entrar em ebulição na nova situação, em calorias, é igual a ____.

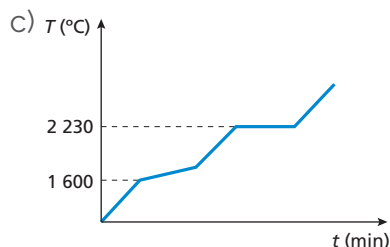
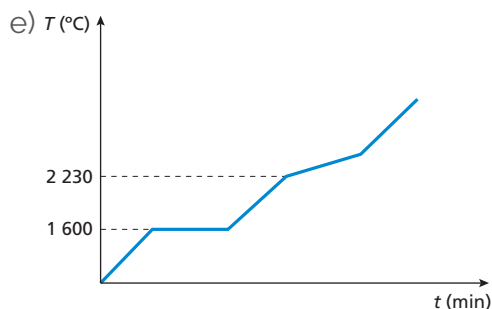
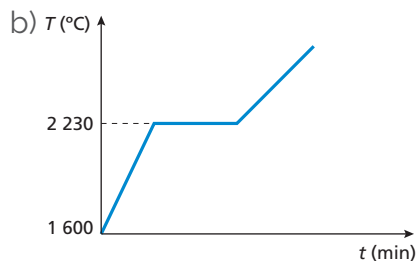
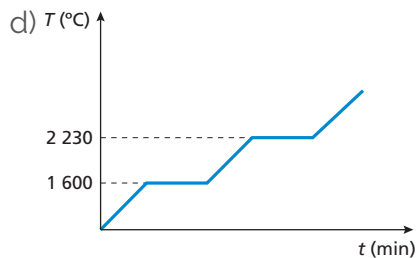
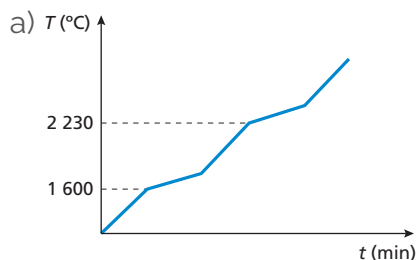
Adote em ambos os casos:

- 1. densidade da água igual a 10^3 kg/m^3 ;
 - 2. a mesma temperatura inicial da água;
 - 3. calor específico da água igual a $1 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$.
- a) 9600
 - b) 4800
 - c) 4000
 - d) 2400

9. (Enem) Para assegurar a boa qualidade de seu produto, uma indústria de vidro analisou um lote de óxido de silício (SiO_2), principal componente do vidro. Para isso, submeteu uma amostra desse óxido ao aquecimento até sua completa fusão e ebulição, obtendo ao final um gráfico de temperatura T (°C) versus tempo t (min). Após a obtenção do gráfico, o analista concluiu que a amostra encontrava-se pura.

Dados do SiO_2 : $T_{\text{fusão}} = 1\,600\text{ }^\circ\text{C}$; $T_{\text{ebulição}} = 2\,230\text{ }^\circ\text{C}$.

Qual foi o gráfico obtido pelo analista?



10. (UPF) Ao preparar uma bebida, uma pessoa coloca pedaços de gelo em um copo que continha 100 mL de um líquido. Considerando que o gelo estava a $-2\text{ }^\circ\text{C}$ e o líquido a $20\text{ }^\circ\text{C}$ e que haverá trocas de calor apenas entre o gelo e o líquido, podemos afirmar que a massa de gelo necessária para reduzir em $5\text{ }^\circ\text{C}$ a temperatura do líquido, será, em gramas, de:

Considere: calor específico da água = $1\text{ cal/g}\cdot^\circ\text{C}$; calor específico do gelo = $0,5\text{ cal/g}\cdot^\circ\text{C}$; calor específico do líquido = $0,6\text{ cal/g}\cdot^\circ\text{C}$; calor latente de fusão do gelo = 80 cal/g ; densidade do líquido $0,8\text{ g/mL}$.

- a) 2,4
- b) 12
- c) 0,04
- d) 2,5
- e) 10



O trem a vapor foi criado com base no funcionamento das máquinas térmicas, campo de estudo da termodinâmica.

Capítulo 2

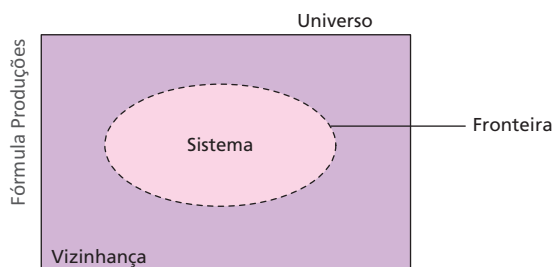
Termodinâmica

Os conhecimentos da termodinâmica foram um marco no desenvolvimento tecnológico e não só criaram uma relação nossa de dependência com as máquinas, como também modificaram nosso próprio modo de vida e relações de trabalho por meio da Revolução Industrial.

Neste capítulo vamos conhecer os conceitos iniciais de termodinâmica, suas leis e aplicações nas máquinas térmicas como essa da imagem e dos motores modernos que temos atualmente.

Energia, trabalho e calor

A termodinâmica é um ramo da Física dedicado à análise dos fenômenos relacionados às transformações gasosas e às relações que existem nas trocas de energia térmica e calor em um determinado sistema. Ao estudarmos termodinâmica, é necessário entendermos alguns importantes conceitos que nos ajudarão a explicar os fenômenos termodinâmicos. Um deles é o conceito de **sistema**, definido como toda a região de interesse de estudo, separada do resto do universo por uma superfície fechada (real ou imaginária) denominada **fronteira**. A **vizinhança** é o restante do universo, que não entra no estudo, conforme o esquema:



Como são formados por um número muito grande de partículas (da ordem de 10^{19}), dizemos que os sistemas termodinâmicos são macroscópicos. Considerando as trocas de energia do sistema, temos:

- **Sistema isolado:** não troca energia nem matéria com a vizinhança;
- **Sistema fechado:** troca energia, mas não matéria com a vizinhança;
- **Sistema aberto:** troca energia e/ou matéria com a vizinhança;
- **Sistema termicamente isolado:** não troca calor com a vizinhança.

No estudo termodinâmico dos gases perfeitos, são parâmetros básicos a **energia interna (U)** do sistema, o **trabalho (W)** que pode ser feito sobre ou pelo sistema, e a **quantidade de calor (Q)** trocada pelo sistema.

A energia interna (U) de um gás ideal monoatômico em um sistema termodinâmico é diretamente dependente da temperatura desse gás, podendo ser calculada pela seguinte relação:

$$U = \frac{3}{2} \cdot n \cdot R \cdot T$$

Considerando a variação dessa energia interna quando o gás sofre uma transformação, temos:

$$\Delta U = \frac{3}{2} n R \Delta T$$

Dessa relação de variação da energia interna com a temperatura, podemos concluir:

- Ao aumentar a temperatura do sistema ($T_{\text{final}} > T_{\text{inicial}}$), sua energia interna aumenta, ou seja, se $\Delta T > 0$, temos $\Delta U > 0$;
- Ao diminuir a temperatura do sistema ($T_{\text{final}} < T_{\text{inicial}}$), sua energia interna diminui, ou seja, se $\Delta T < 0$, temos $\Delta U < 0$;
- Se as temperaturas final e inicial do sistema são iguais ($T_{\text{final}} = T_{\text{inicial}}$), não há variação de sua energia interna, ou seja, se $\Delta T = 0$, temos $\Delta U = 0$.

Revisão

Considere a situação a seguir na qual se aplica uma força para puxar um carrinho carregado com caixas:

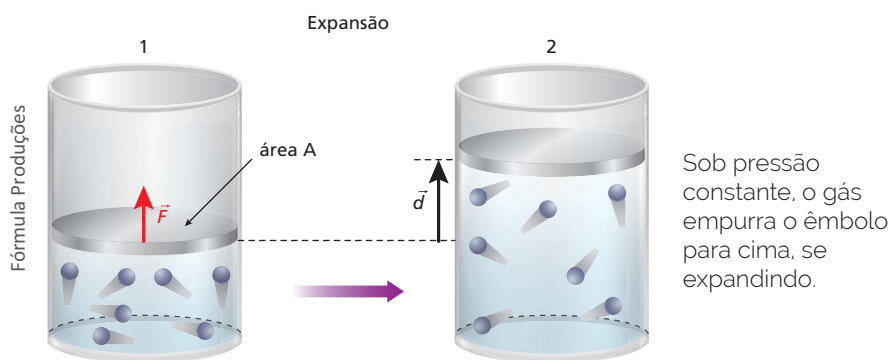
Sendo a força resultante que a pessoa aplica no carrinho igual a F e o deslocamento do conjunto igual a d , podemos calcular o trabalho mecânico (W) como:

$$W = F d$$



Adobestock

Agora, considere a situação de um sistema termodinâmico com um gás ideal mantido a pressão constante, no qual o gás aplica uma força no êmbolo e se expande:



Pela definição vista na revisão, o trabalho que o gás realiza para deslocar o êmbolo é:

$$W_{\text{gás}} = F d$$

Pela definição de pressão: $p = \frac{F}{A} \Rightarrow F = p \cdot A$. Assim:

$$W_{\text{gás}} = p \cdot A \cdot d$$

O produto da área pelo deslocamento é a própria variação do volume do recipiente ($\Delta V = V_2 - V_1 = A \cdot d$), logo:

$$W_{\text{gás}} = p \cdot \Delta V$$

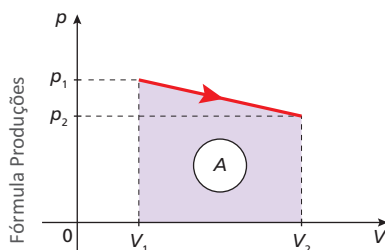
Com essa equação podemos calcular o trabalho sob pressão constante. Na **expansão** do gás ideal temos $W_{\text{gás}} > 0$, de forma que o gás fornece energia na forma de trabalho, por isso dizemos que o gás **realiza trabalho**. Já na **compressão** temos $W_{\text{gás}} < 0$, de forma que o gás recebe energia na forma de trabalho, por isso dizemos que o gás **recebe trabalho**.

O sistema pode também trocar calor com a vizinhança, recebendo ou cedendo calor. Por convenção, dizemos que o **calor recebido é positivo** ($Q > 0$) e o **calor cedido é negativo** ($Q < 0$).

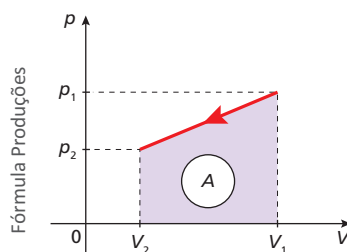
Atividades resolvidas

R1. Analise atentamente os diagramas a seguir, os quais representam processos termodinâmicos de sistemas com gás ideal. Em cada caso, indique se a transformação representada é uma expansão ou compressão, indicando o sinal do trabalho (+ ou -) e como a pressão varia em cada caso.

a)



b)



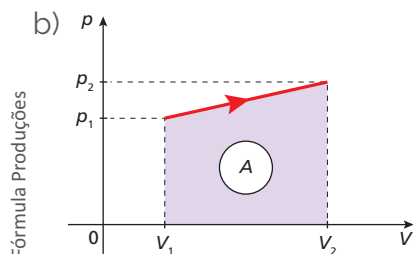
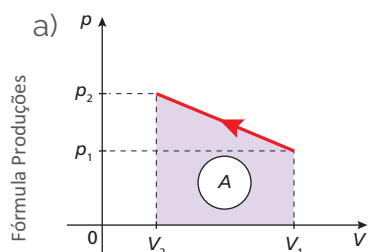
Resolução

a) Observamos, nesse caso, que de 1 para 2 temos um aumento de volume, pois segue-se para direita no eixo horizontal, caracterizando uma expansão. Portanto, o trabalho é positivo (+). Analisando o eixo vertical, podemos notar que, nesse caso, a pressão diminui.

b) Já nessa situação temos que de 1 para 2 vamos para a esquerda no eixo horizontal, ou seja, o volume diminui, caracterizando uma compressão. Portanto, o trabalho é negativo (-). Da mesma forma que a anterior, de 1 para 2 caminhamos para baixo, então a pressão diminui.

Atividades

1. De maneira semelhante à atividade resolvida, analise se a transformação representada é uma expansão ou compressão, indicando o sinal do trabalho (+ ou -) e como a pressão varia em cada caso.



Leis da termodinâmica

Conhecendo as grandezas energia interna, trabalho termodinâmico e calor, podemos entender como elas se relacionam nas transformações termodinâmicas por meio das duas leis da termodinâmica.

Primeira lei da termodinâmica

A **primeira lei da termodinâmica** é uma lei de conservação de energia, que relaciona as trocas de energia nas transformações. Pela primeira lei, a energia total se mantém constante nas trocas. Assim, considerando a variação da energia interna (U), o calor trocado (Q) e o trabalho termodinâmico (W), temos:

$$\Delta U = Q - W$$

Ou seja, a variação da energia interna de um sistema termodinâmico é dada pela diferença entre o calor trocado com o meio externo e o trabalho realizado na transformação.

Assim, pela variação da energia interna, temos: Se o sistema é aquecido: $\Delta T(+)$ e $\Delta U(+)$;

- Se o sistema é resfriado: $\Delta T(-)$ e $\Delta U(-)$;
- Em **transformação isotérmica (temperatura constante)**: $\Delta T = 0$, então $\Delta U = 0$, portanto, pela primeira lei: $Q = W$.

Agora, pelo calor trocado, temos:

- Se o sistema recebe calor: $Q(+)$;
- Se o sistema cede calor: $Q(-)$;
- Se a **transformação é adiabática (sem trocas de calor)**: $Q = 0$, portanto, pela primeira lei: $\Delta U = -W$.

Se considerarmos o trabalho, teremos então:

- Na expansão, o volume aumenta realizando trabalho sobre o meio externo: $W(+)$;
- Na compressão, o volume diminui recebendo trabalho do meio externo: $W(-)$;
- Se a **transformação é isovolumétrica (volume constante)**: $W = 0$, portanto, pela primeira lei: $\Delta U = Q$.

Um caso particular é o das **transformações cíclicas**. Essas transformações são aquelas em que o estado inicial do gás é igual ao seu estado final, ou seja, as variáveis de estado (pressão, volume e temperatura) são as mesmas no início e no fim do processo. Em uma transformação cíclica:

- O sentido horário indica que o sistema realiza trabalho, $W_{\text{ciclo}} > 0$;
- O sentido anti-horário indica que o sistema recebe trabalho, $W_{\text{ciclo}} < 0$.

Atividades resolvidas

R2. Em determinado sistema com gás ideal, o gás sofre uma compressão ao receber um trabalho de 2000 kJ, ao mesmo tempo que o sistema perde 2200 kJ de calor para a vizinhança. Nessa transformação:

- a) calcule a variação da energia interna do sistema.
- b) indique se a temperatura do sistema aumentou ou diminuiu.

Resolução

a) Pelo enunciado, temos $W = -2000$ kJ (negativo porque o gás sofreu uma compressão) e $Q = -2400$ kJ (negativo porque o sistema cedeu calor à vizinhança). Assim, aplicando a primeira lei, temos que a variação da energia interna nesse caso foi:

$$\Delta U = Q - W = (-2400 \text{ kJ}) - (-2000 \text{ kJ}) = -400 \text{ kJ}$$

b) Como a variação da energia interna é negativa ($\Delta U = -400$ kJ), a temperatura absoluta do gás diminuiu.

Atividades

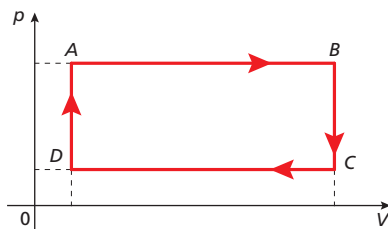
2. Um sistema com um gás ideal sofre uma expansão realizando um trabalho de 3000 kJ, ficando com uma energia interna de 7000 kJ a mais ao final da transformação. Para isso ocorrer:

a) Nas trocas de calor com a vizinhança, o sistema cedeu ou recebeu calor?

b) Qual o módulo do calor trocado com a vizinhança em kJ?

c) Nesse caso, houve conservação da energia total?

3. O diagrama de pressão p por volume V a seguir apresenta uma transformação cíclica ABCDA, observe-o atentamente:



Agora, com base no gráfico, preencha as lacunas com um dos tipos de transformação: isobárica (pressão constante) ou isovolumétrica (volume constante).

Gráfico	Tipo de transformação
A → B	Expansão _____
B → C	Transformação _____
C → D	Compressão _____
D → A	Transformação _____

Segunda lei da termodinâmica

Para entendermos a **segunda lei da termodinâmica**, vamos recordar o que é uma máquina térmica.

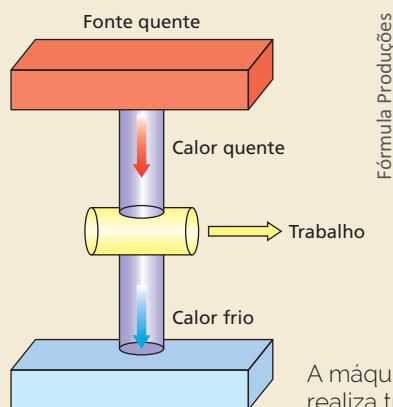
Revisão

Chamamos de **máquina térmica** qualquer máquina que tenha como objetivo transformar energia térmica (calor) em energia mecânica (trabalho), como as antigas máquinas a vapor e os modernos motores à combustão.



Ilustração de máquina a vapor antiga em fábrica.

O funcionamento básico de uma máquina térmica, seja ela qual for, acontece da seguinte forma:



A máquina térmica retira calor da fonte quente, realiza trabalho e perde calor para a fonte fria.

Analisando o funcionamento de uma máquina térmica, por conservação da energia, temos:

$$W = |Q_Q| - |Q_F|$$

Podemos calcular o rendimento de uma máquina térmica como a razão entre o trabalho realizado e o calor retirado da fonte quente (Q_Q):

$$\eta = \frac{W}{|Q_Q|}$$

Desenvolvendo: $\eta = \frac{|Q_Q| - |Q_F|}{|Q_Q|}$. Portanto:

$$\eta = 1 - \frac{|Q_F|}{|Q_Q|}$$

Logo, para uma máquina térmica ter rendimento de 100% ($\eta = 1$), todo o calor retirado da fonte quente deveria ser transformado em trabalho, não sendo nada perdido para a fonte fria. Se isso acontecesse, a primeira lei da termodinâmica não seria contrariada, pois a energia total continuaria sendo conservada, mas sabemos que isso é fisicamente impossível, uma vez que o calor só sai da fonte quente devido à diferença de temperatura em relação à fonte fria, já que o calor flui espontaneamente sempre do sistema de maior temperatura para o de menor temperatura.

Como a primeira lei não desautoriza essa impossibilidade, ela será postulada por um dos enunciados da segunda lei da termodinâmica, chamado enunciado de Kelvin-Planck, que diz:

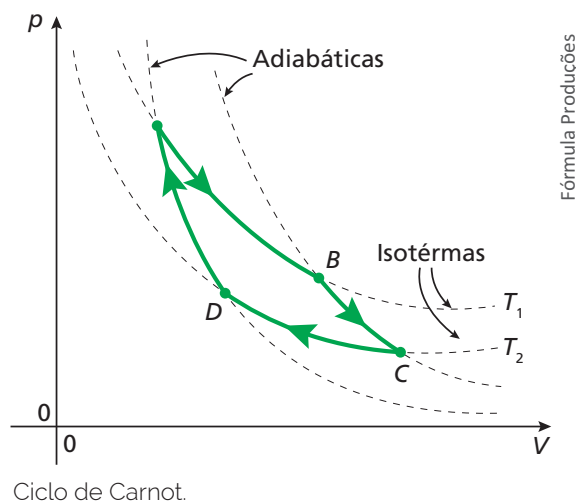
É impossível que uma máquina térmica, operando em transformações cíclicas, transforme toda a energia térmica em trabalho.

Outro enunciado é o de Clausius:

É impossível que uma máquina térmica, sem ajuda de um trabalho externo, conduza calor de uma fonte para outra com temperatura maior.

Estudando o funcionamento dessas máquinas térmicas, o físico e engenheiro francês Sadi Carnot (1796-1832) propôs uma máquina teórica ideal que funcionaria por um ciclo particular, hoje em dia chamado **ciclo de Carnot**, que verifica a segunda lei da termodinâmica e se embasa em dois postulados:

- Nenhuma máquina térmica real que opere entre duas fontes a diferentes temperaturas terá rendimento maior que a máquina ideal de Carnot operando na mesma diferença de temperatura.
- Operando entre essas temperaturas diferentes, a máquina de Carnot, independente do fluido utilizado, tem o mesmo rendimento.



Assim, considerando um gás ideal operando o ciclo de Carnot, temos:

Analisando o ciclo, observamos o seguinte:

- Em AB (expansão isotérmica), o sistema realiza trabalho utilizando o calor retirado da fonte quente;
- Em BC (expansão adiabática), não há trocas de calor e o trabalho é realizado com diminuição da energia interna e de temperatura;
- Em CD (compressão isotérmica), o sistema perde calor para a fonte fria;
- Em DA (compressão adiabática), o sistema não troca calor, mas recebe trabalho, o que aumenta a energia interna e a temperatura do sistema.

Os trabalhos das fontes quente e fria são proporcionais às temperaturas dessas mesmas fontes nesse ciclo, dessa forma:

$$\frac{|Q_F|}{|Q_Q|} = \frac{|T_F|}{|T_Q|}$$

Portanto, o rendimento de uma máquina de Carnot é dado por:

$$\eta = 1 - \frac{|T_F|}{|T_Q|}$$

Pela equação podemos calcular o máximo rendimento que uma máquina térmica pode ter operando entre duas temperaturas.

Atividades resolvidas

R3. Uma determinada máquina a vapor funciona entre duas fontes térmicas com uma eficiência de 30%. Nesse caso, se essa máquina em funcionamento realiza um trabalho de 798 kJ, calcule:

- a) o módulo do calor retirado da fonte quente;
- b) o módulo do calor rejeitado para a fonte fria.

Resolução

a) Pela definição de rendimento, temos:

$$\eta = \frac{W}{|Q_Q|} \Rightarrow |Q_Q| = \frac{W}{\eta}$$

Do enunciado temos $W = 798 \text{ kJ}$ e o rendimento de 30%,

$$\text{então } \eta = 0,3. \text{ Logo: } |Q_Q| = \frac{798 \text{ J}}{0,3} = 2.660 \text{ J}$$

b) Da conservação da energia na máquina, temos:

$$W = |Q_Q| - |Q_F| \Rightarrow |Q_F| = |Q_Q| - W$$

$$|Q_F| = 2260 - 798 = 1462 \text{ J}$$

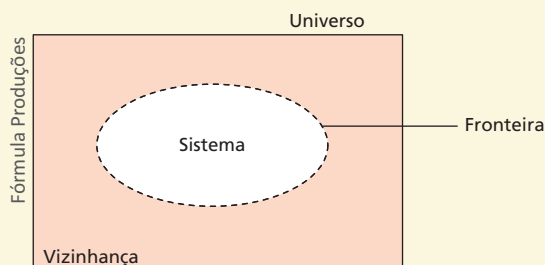
Atividades

4. Considere que uma máquina térmica de Carnot tem um rendimento de 37,5%. Se a temperatura da fonte fria dessa máquina é de 127 °C (400 K), qual o valor da temperatura da fonte quente?

Resumo

Conceitos básicos da termodinâmica

Sistema e vizinhança:



Variação da energia interna de um gás ideal monoatômico: $\Delta U = \frac{3}{2} nR\Delta T$;

Trabalho de um gás em uma transformação isobárica: $W_{\text{gás}} = p \cdot \Delta V$;

Por convenção, o calor recebido é positivo ($Q > 0$) e o calor cedido é negativo ($Q < 0$).

Primeira lei da termodinâmica

Representa a conservação da energia: $\Delta U = Q - W$

Casos particulares:

Transformação isotérmica: $Q = W$.

Transformação adiabática: $\Delta U = -W$.

Transformação isovolumétrica: $\Delta U = Q$.

Segunda lei da termodinâmica

Enunciados:

É impossível que uma máquina térmica, operando em transformações cíclicas, transforme toda a energia térmica em trabalho.

É impossível que uma máquina térmica, sem ajuda de um trabalho externo, conduza calor de uma fonte para outra com temperatura maior.

Nenhuma máquina térmica real que opera entre duas fontes a diferentes temperaturas terá rendimento maior que a máquina ideal de Carnot operando na mesma diferença de temperatura.

Rendimento: $\eta = \frac{W}{|Q_o|}$; $\eta = 1 - \frac{|Q_F|}{|Q_o|}$; $\eta = 1 - \frac{|T_F|}{|T_o|}$.

Avalie o que aprendeu

1. (UECE) Considere um gás confinado em um recipiente cilíndrico, de paredes fixas, exceto pela tampa, que é composta por um êmbolo móvel que exerce uma pressão constante (p) sobre o gás. Caso o gás se expanda e seu volume sofra um incremento ΔV , em função de deslocamento do êmbolo, o trabalho realizado pelo gás é:

- a) $p/\Delta V$.
- b) $\Delta V/p$.
- c) $p\Delta V$.
- d) $-p\Delta V$.

2. (UEFS) A primeira lei da termodinâmica para sistemas fechados foi originalmente comprovada pela observação empírica, no entanto é hoje considerada como a definição de calor através da lei da conservação da energia e da definição de trabalho em termos de mudanças nos parâmetros externos de um sistema.

Com base nos conhecimentos sobre a termodinâmica, é correto afirmar:

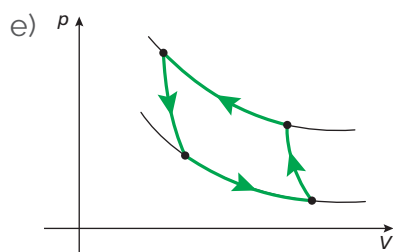
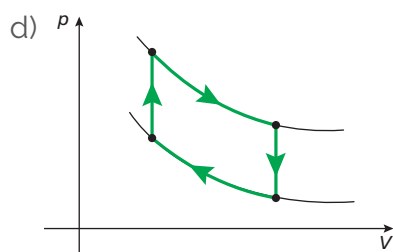
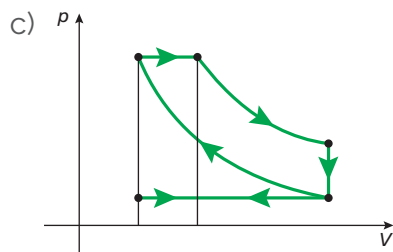
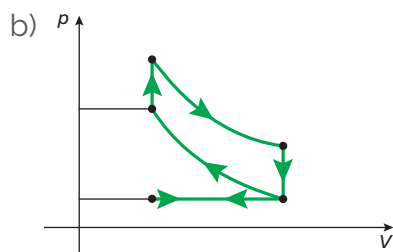
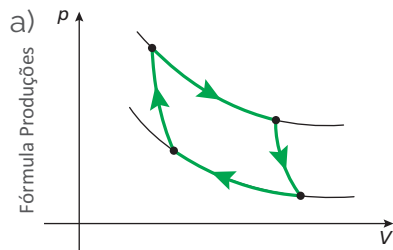
- a) A energia interna de uma amostra de um gás ideal é função da pressão e da temperatura absoluta.
- b) Ao receber uma quantidade de calor Q igual a 48,0 J um gás realiza um trabalho igual a 16,0 J tendo uma variação da energia interna do sistema igual a 64,0 J.
- c) Quando se fornece a um sistema certa quantidade de energia Q , esta energia pode ser usada apenas para o sistema realizar trabalho.
- d) Nos processos cíclicos, a energia interna não varia, pois volume, pressão e temperatura são iguais no estado inicial e final.
- e) A energia interna, o trabalho realizado e a quantidade de calor recebida ou cedida independem do processo que leva o sistema do estado inicial A até um estado final B.

3. (Unioeste) O segundo princípio da termodinâmica assegura que é impossível construir uma máquina térmica operando em ciclos cujo único efeito seja retirar calor de uma fonte e convertê-lo integralmente em trabalho. Considerando as consequências deste princípio é **CORRETO** afirmar que:

- a) máquinas térmicas são dispositivos que convertem energia mecânica em energia térmica por meio da realização de trabalho e consumo de calor.
- b) o rendimento de uma máquina térmica será de 100% quando o calor retirado da fonte em cada ciclo de operação da máquina for nulo.
- c) o rendimento de uma máquina térmica nunca pode chegar a 100%, pois nenhuma máquina térmica consegue transformar integralmente calor em trabalho.
- d) qualquer máquina térmica retira calor de uma fonte quente e rejeita integralmente esse calor para uma fonte fria após realizar um trabalho mecânico.
- e) uma máquina térmica que realiza uma transformação cíclica retornando ao estado inicial, depois de efetuar todos os processos termodinâmicos do ciclo, tem rendimento de 100%.

4. (UEL) Atualmente, os combustíveis mais utilizados para o abastecimento dos carros de passeio, no Brasil, são o etanol e a gasolina. Essa utilização somente é possível porque os motores desses automóveis funcionam em ciclos termodinâmicos, recebendo combustível e convertendo-o em trabalho útil.

Com base nos conhecimentos sobre ciclos termodinâmicos, assinale a alternativa que apresenta corretamente o diagrama da pressão (p) versus volume (V) de um motor a gasolina.



5. (ESPCex) Um gás ideal é comprimido por um agente externo, ao mesmo tempo em que recebe calor de 300 J de uma fonte térmica.

Sabendo-se que o trabalho do agente externo é de 600 J, então a variação de energia interna do gás é:

- a) 900 J.
- b) 600 J.
- c) 400 J.
- d) 500 J.
- e) 300 J.

6. (PUC-GO) Leia atentamente as informações apresentadas a seguir:

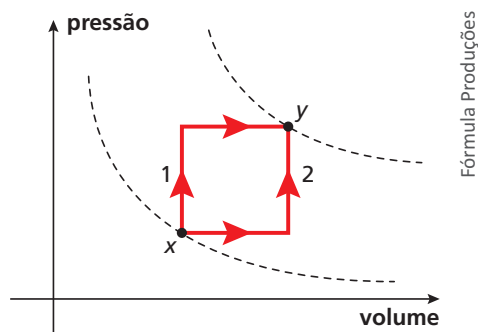
A partir da Revolução Industrial, inovações tecnológicas, como a máquina a vapor, começaram a substituir equipamentos que eram movidos à tração animal. Nesse período, a termodinâmica clássica surge como uma ferramenta conceitual para analisar e melhorar o desempenho das máquinas a vapor.

Considere uma máquina de Carnot operando entre duas fontes de calor a temperaturas de 100 °C e 300 °C e recebendo, a cada ciclo, 900 J de energia da fonte quente.

Dadas as condições apresentadas, assinale a única alternativa que indica o valor aproximado para o rendimento da máquina:

- a) 5%.
- b) 15%.
- c) 35%.
- d) 50%.

7. (EPCar) Um sistema gasoso constituído por n mols de um gás perfeito passa do estado x para o estado y por meio dos processos distintos 1 e 2 mostrados no esquema a seguir.



Se no processo 2 o sistema realiza um trabalho de 200 J e absorve uma quantidade de calor de 500 J, é correto afirmar que:

- a) quando o sistema for trazido de volta ao estado inicial x sua energia interna irá diminuir de 700 J.
- b) a variação da energia interna será a mesma tanto no processo 1 quanto no 2.
- c) o trabalho realizado no processo 1 será igual ao trabalho realizado no processo 2.
- d) se no processo 1 o trabalho realizado for de 400 J o calor recebido será de 1 000 J.

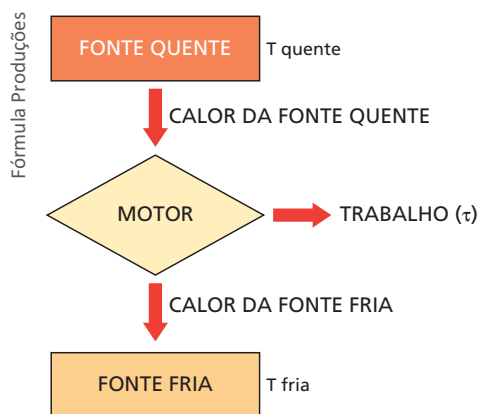
8. (Eear-2019) Considere as seguintes afirmações sobre uma máquina térmica operando segundo o ciclo de Carnot, entre duas fontes de calor, uma a 27°C e a outra a 57°C .

- () O rendimento dessa máquina é de aproximadamente 52% e esse rendimento é máximo, ao menos que a temperatura da fonte fria seja zero.
- () O rendimento dessa máquina é de aproximadamente 10% e, caso essa máquina receba 5 000 J de calor da fonte quente, rejeitará 1 000 J para a fonte fria.
- () O rendimento dessa máquina é de aproximadamente 10% e, caso essa máquina receba 5 000 J da fonte quente, rejeitará 4 500 J para a fonte fria.
- () O rendimento dessa máquina irá aumentar se houver aumento da diferença de temperatura entre as fontes de calor.

Atribuindo-se verdadeiro (V) ou falso (F) para cada uma das afirmações, assinale a alternativa que apresenta a sequência correta.

- a) V – F – V – F
- b) V – V – V – F
- c) F – F – V – F
- d) F – F – V – V

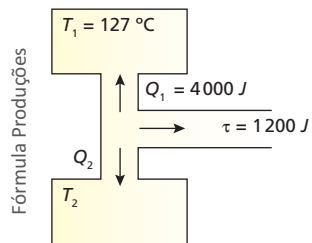
9. (Mackenzie) A segunda lei da termodinâmica afirma, em sucintas palavras, que não há a possibilidade de converter integralmente calor em trabalho. Esquemáticamente, a figura abaixo revela como funciona uma máquina térmica.



Considerando-se que o trabalho realizado nessa máquina valha 1,2 kJ e que a parte energética rejeitada para a fonte fria valha dois quintos da recebida da fonte quente, é correto afirmar que o rendimento da máquina retratada na figura e a parte energética rejeitada (em kJ) valem, respectivamente,

- a) 40% e 1,2
- b) 60% e 0,80
- c) 40% e 1,0
- d) 60% e 1,2
- e) 40% e 0,60

10. (Epcar) A figura a seguir representa trocas de calor e realização de trabalho em uma máquina térmica. Nela estão indicados os valores da temperatura T_1 e da quantidade de calor cedido Q_1 , relativos à fonte quente, e do trabalho τ realizado por essa máquina. Além disso, tem-se que T_2 e Q_2 correspondem, respectivamente, à temperatura e à quantidade de calor rejeitada para a fonte fria.



Seu rendimento corresponde a 75% do rendimento da máquina de Carnot, em regime de funcionamento entre as temperaturas T_1 e T_2 . Nessas condições, a temperatura T_2 , da fonte fria, é, em kelvin,

- a) 100
- b) 240
- c) 513
- d) 613



Acelere o Saber

mais

CIÊNCIAS DA NATUREZA

QUÍMICA



Soluções de diferentes cores estão sendo analisadas em um laboratório.

Capítulo 1

Cálculos químicos

Você já parou para pensar sobre para que servem os cálculos químicos? E onde eles são utilizados? É exatamente sobre isso que iremos falar nesta unidade. Nas páginas a seguir, serão apresentados os principais cálculos químicos utilizados na indústria e também em nosso cotidiano. A partir deste conhecimento, poderemos interpretar e compreender melhor situações comuns do nosso dia a dia, como, por exemplo, a embalagem de produtos de limpeza, medicamentos e até mesmo de certos alimentos.

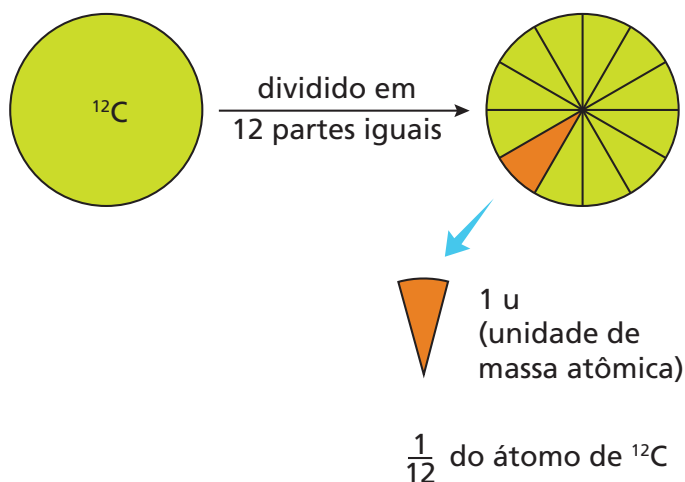
Relações de Massa

Para que uma determinada reação química ocorra, é necessário que haja condições favoráveis entre reagentes e produtos. Além disso, é importante também determinar as quantidades de reagentes que serão utilizados, a fim de obter a quantidade de produto esperada. Essas quantidades podem ser definidas utilizando massa, volume, número de átomos, partículas, moléculas, entre outros. No entanto, os átomos e moléculas são entidades muito pequenas para serem quantificadas isoladamente. Por isso, foi estabelecido um padrão de referência que nos permite comparar as suas massas.

Unidade de massa atômica (u)

Para determinar a unidade de massa atômica, foi estabelecido um padrão através do qual se convencionou adotar como referência o isótopo mais comum do elemento carbono (^{12}C). A ele foi atribuída a massa atômica igual a 12 unidades de massa atômica (u). Logo, por definição, dizemos que:

Unidade de massa atômica (u) é a massa de $\frac{1}{12}$ do átomo de ^{12}C .



Massas atômicas (MA)

É a massa atômica expressa em **u**, ou seja, é a massa atômica de um átomo comparada com $\frac{1}{12}$ do átomo do ^{12}C . Para facilitar, observe:

- MA do elemento O = 16u, isso significa que um átomo de oxigênio tem massa 16 vezes maior que $\frac{1}{12}$ da massa do átomo de ^{12}C .
- MA do elemento Mg = 24, isso significa que um átomo de magnésio tem massa 24 vezes maior que $\frac{1}{12}$ da massa do átomo de ^{12}C , ou seja, o átomo de magnésio tem massa 2 vezes maior que o átomo de ^{12}C .

Logo, podemos concluir que a massa atômica é o número que indica quantas vezes a massa de um átomo de certo elemento é maior que $\frac{1}{12}$ da massa do átomo de ^{12}C .

Massa atômica de um elemento

A massa atômica de um elemento corresponde à média ponderada das massas atômicas de seus isótopos. Isso ocorre porque a maioria dos elementos são constituídos por dois ou mais isótopos, e os valores das massas atômicas são calculados a partir da média ponderada, que relaciona a massa do isótopo com a porcentagem de sua constituição. Observe:

Isótopos	Massa atômica	Abundância
Cl	35	75%
Cl	37	25%

$$MA \text{ do Cl} = \frac{(35 \cdot 75) + (37 \cdot 25)}{100} = 35,5u$$

Isótopos	Massa atômica	Abundância
S	32	95,00%
S	33	0,80%
S	34	4,20%

$$MA \text{ do S} = \frac{(32 \cdot 95) + (33 \cdot 0,80) + (34 \cdot 4,20)}{100} = 32,092u$$

Massa molecular (MM)

A massa molecular é a soma das massas atômicas dos átomos que formam a molécula, que é expressa em **u**. Observe de que forma ela pode ser calculada:

Massas atômicas dos elementos envolvidos: H = 1u, O = 16u, Na = 23u, C = 12u, Cl = 35,5u, S = 32u;

Calculando as massas moleculares:

$$MM \text{ H}_2\text{O} = 2 \cdot (1) + 1 \cdot (16) = 18u$$

$$MM \text{ NaCl} = 1 \cdot (23) + 1 \cdot (35,5) = 58,5u$$

$$MM \text{ H}_2\text{SO}_4 = 2 \cdot (1) + 1 \cdot (32) + 4 \cdot (16) = 98u$$

$$MM \text{ C}_5\text{H}_{10} = 5 \cdot (12) + 10 \cdot (1) = 70u$$

Observe que, em todas as situações demonstradas, foi utilizado o valor da massa atômica do elemento, multiplicado pela quantidade de átomos que esse elemento possui constituindo a molécula. Por isso, é necessário levar em consideração o índice ao lado de cada elemento participante da estrutura.

Atividades resolvidas

R1. O elemento químico magnésio é formado pelos isótopos ^{24}Mg , ^{25}Mg e ^{26}Mg , na proporção de 79%, 10% e 11%, respectivamente. Determine a massa atômica do magnésio.

Resolução

Para calcular a massa do magnésio, devemos multiplicar o valor da massa de cada elemento pelo valor em porcentagem da abundância na qual ele pode ser encontrado:

$$\text{MA do Mg} = \frac{(24 \cdot 79) + (25 \cdot 10) + (26 \cdot 11)}{100} = \frac{1896 + 250 + 286}{100} = \frac{2432}{100} = 24,32\text{u}$$

Atividades

1. Observe os isótopos demonstrados na tabela a seguir:

Isótopo	Massa atômica	Abundância
Ne	20	90,92%
Ne	21	0,26%
Ne	22	8,82%

Qual será a massa atômica do elemento Neônio?

2. Determine a massa molecular dos elementos a seguir:

(Dados MA: H = 1u, O = 16u, Na = 23u, C = 12u, K = 39u, N = 14u, Ca = 40u, Cl = 35,5)

a) NaOH

e) K_2SO_4

b) KCl

f) C_3H_6

c) $\text{C}_8\text{H}_6\text{O}_4$

g) NH_3

d) O_3

h) CaCO_3

3. Considerando que um elemento químico hipotético X possui número atômico (Z) = 21 e número de massa (A) = 36, podemos dizer que:

I) A unidade de massa atômica de X é 21u.

II) A unidade de massa atômica, tanto deste quanto para qualquer outro elemento é 1/12 da massa de um átomo de carbono.

III) O átomo X tem massa atômica 36 vezes maior que a massa do átomo de carbono-12.

IV) O átomo X tem massa atômica 3 vezes maior que o átomo de carbono-12.

São corretas:

a) I, II e III.

b) I e III.

c) II e IV.

d) II e III.

Estabelecer relações de massa e quantidade de entidades (átomos, moléculas, íons, etc.) dos elementos através de uma padronização nos permite calcular o volume das substâncias envolvidas nas reações químicas, uma vez que elas normalmente são entidades muito pequenas.

Constante de Avogadro

A constante de Avogadro é utilizada em diversas áreas da química. Essa constante determina a quantidade de entidades por unidade de quantidade de matéria (que é a quantidade de mols).

$$\text{Constante de Avogadro} = 6,02 \cdot 10^{23}$$

O valor numérico da massa atômica de um elemento expresso em **u** corresponde à massa de um único átomos do elemento. Já o valor da massa atômica, ao ser expresso em gramas (g), corresponde à massa de $6,02 \cdot 10^{23}$ átomos do elemento.

Para compreender um pouco melhor, observe as tabelas a seguir e compare uma com a outra:

Elemento	Massa Atômica	Significado
Fe	56u	56u é a massa de 1 átomo de Fe
Mg	24u	24u é a massa de 1 átomo de Mg
C	12u	12u é a massa de 1 átomo de C

Elemento	Massa Atômica	Significado
Fe	56g	56g é a massa de $6,02 \cdot 10^{23}$ átomos de Fe
Mg	24g	24g é a massa de $6,02 \cdot 10^{23}$ átomos de Mg
C	12g	12g é a massa de $6,02 \cdot 10^{23}$ átomos de C

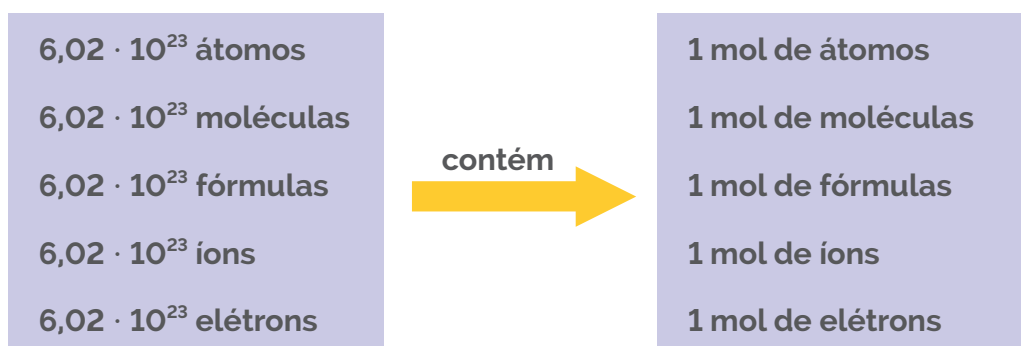
A constante de Avogadro nos permite relacionar a quantidade de matéria, a massa e o número de partículas em diferentes substâncias.

Mol

Na química, é muito comum trabalharmos com partículas muito pequenas, como átomos, moléculas, íons, fórmulas, elétrons entre outros. Por isso, para facilitar e também padronizar, utilizamos como referência o conjunto formado por $6,02 \cdot 10^{23}$ unidades dessas partículas, tais como átomos, moléculas, íons, etc.

Mol é a quantidade de substância que contém $6,02 \cdot 10^{23}$ entidades.

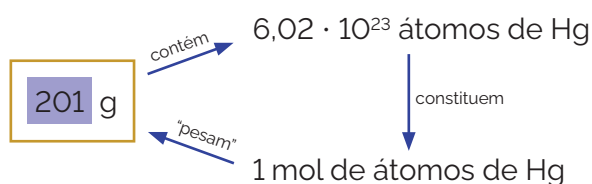
No entanto, para utilizar o mol, é necessário que as entidades elementares sejam especificadas. Observe:



Massa molar (M)

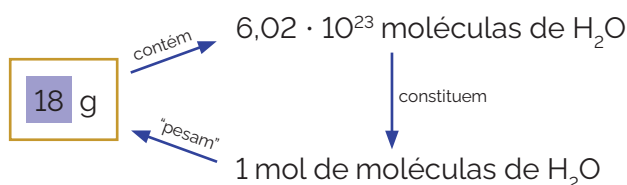
A massa molar pode ser definida como a massa que corresponde a 1 mol de uma determinada entidade (átomos, moléculas, elétrons, íons, etc.). Sua unidade é g/mol ou $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$. Observe os exemplos a seguir:

- Mercúrio (Hg) MA = 201u



Massa molar do Hg = 201 g/mol

- Água (H_2O) MM = 18u



Massa molar da H_2O = 18g/mol

Quantidade de matéria (n)

A quantidade de matéria (n) relaciona a massa (m) de uma determinada amostra de matéria e sua massa molar (M), definida pela seguinte equação:

$$n = \frac{m}{M} \text{ mol}$$

Atividades resolvidas

R2. Para uma jarra contendo 250 mL de água (H₂O), determine:

- a) o número de moléculas de água.
- b) o número de mol de moléculas de água.
- c) o número de átomos de oxigênio.
- d) o número de átomos de hidrogênio.

Dados massas atômicas: H = 1; O = 16

Massa da água: 250 mL = 250 g

Resolução

a) Para determinar a quantidade de moléculas de água, temos que:

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol de moléculas de H}_2\text{O: } 1 \text{ mol} \text{ — } 18 \text{ g} \text{ — } 6,02 \cdot 10^{23} \text{ moléculas} \\ 250 \text{ g} \text{ — } x \text{ moléculas} \\ x = \frac{250 \text{ g} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ moléculas}}{18 \text{ g}} = 8,36 \cdot 10^{24} \end{array}$$

b) Calculando a quantidade em mol de moléculas de água:

$$n = \frac{m}{M} \text{ mol} \Rightarrow \frac{250 \text{ g}}{18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \Rightarrow 13,9 \text{ mol}$$

c) A molécula de água é formada por um átomo de oxigênio. Como sabemos que o número de moléculas de água é $8,36 \cdot 10^{24}$, podemos determinar a quantidade de átomos de oxigênio:

$$\begin{array}{l} 1 \text{ moléc de H}_2\text{O} \text{ — } 1 \text{ átomo de O} \\ 8,36 \cdot 10^{24} \text{ moléc de H}_2\text{O} \text{ — } x \text{ átomo de O} \\ x = \frac{8,36 \cdot 10^{24} \text{ moléc. de H}_2\text{O} \cdot 1 \text{ átomo de O}}{1 \text{ moléc}} \\ x = 8,36 \cdot 10^{24} \text{ átomos de oxigênio} \end{array}$$

d) Agora, para calcular a quantidade de átomos de hidrogênio, basta seguir a mesma ideia e observar que a molécula de água possui 2 átomos de hidrogênio:

$$\begin{array}{l} 1 \text{ moléc de H}_2\text{O} \text{ — } 2 \text{ átomos de H} \\ 8,36 \cdot 10^{24} \text{ moléc de H}_2\text{O} \text{ — } x \text{ átomos de H} \\ x = \frac{8,36 \cdot 10^{24} \text{ moléc. de H}_2\text{O} \cdot 2 \text{ átomos de H}}{1 \text{ moléc}} \\ x = 1,67 \cdot 10^{25} \text{ átomos de hidrogênio} \end{array}$$

Soluções

As soluções estão presentes de diversas formas em nosso dia a dia. Elas são constituídas a partir da mistura de duas ou mais substâncias, apresentando um aspecto uniforme, podendo ser sólidas, líquidas ou gasosas.

As soluções sólidas são chamadas também de **ligas** ou **ligas metálicas**. Elas são misturas formadas com dois ou mais componentes, em que pelo menos um deles é um metal.



Refrescos preparados a partir do suco em pó resultam da solução.

As soluções mais comuns encontradas no dia a dia são aquelas formadas por sólidos dissolvidos em líquidos, como, por exemplo, o suco em pó (soluto), que é dissolvido na água (solvente). Neste caso, especificamos cada um dos componentes da solução da seguinte forma:

Soluto: substância que será dissolvida.

Solvente: substância em maior proporção que irá dissolver o soluto.

Além disso, as soluções podem ser classificadas de acordo com a quantidade de soluto capaz que pode ser dissolvida em determinadas condições de temperatura e pressão. Essa medida é obtida através do coeficiente de solubilidade (C_s).

Coeficiente de solubilidade (C_s) é a quantidade máxima de soluto que pode ser dissolvida numa determinada quantidade de solvente a uma temperatura específica.

Observe a seguir os tipos de soluções:

Solução insaturada – a quantidade de soluto dissolvido é menor que o coeficiente de solubilidade.

Solução saturada – a quantidade de soluto é a máxima, elas atingem o coeficiente de solubilidade.

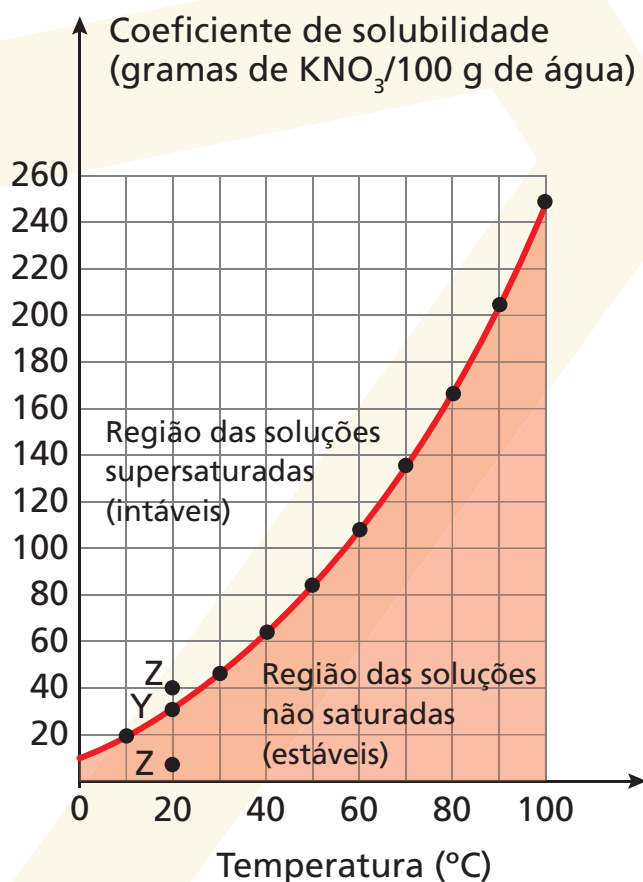
Solução saturada com corpo de fundo – a quantidade de soluto ultrapassa o coeficiente de solubilidade, resultando na formação de um corpo no fundo do recipiente.

Solução supersaturada – a quantidade de soluto é superior ao coeficiente de solubilidade. Ocorre quando resfriamos uma solução saturada lentamente, isso faz com que a solução saturada fique instável; qualquer perturbação pode fazer com que a solução supersaturada se torne em uma saturada, com corpo de fundo.

Curvas de solubilidade

As curvas de solubilidade são utilizadas para representar graficamente as variações dos coeficientes de solubilidade das substâncias, visto que esses valores variam conforme a temperatura. Para entender melhor esse conceito, considere o seguinte exemplo: você já fez chá gelado? É comum adoçarmos o chá gelado enquanto ele ainda está quente, pois quando ele esfriar, será mais difícil fazer com que o açúcar se dissolva completamente, a menos que seja numa quantidade muito pequena. Por outro lado, adoçá-lo enquanto ele ainda está quente evita que o açúcar se deposite no fundo da jarra.

Essa mesma tendência se aplica a grande parte das soluções. Aumentar a temperatura geralmente aumenta a capacidade de dissolver o soluto, enquanto reduzir a temperatura diminui a quantidade de soluto que pode ser dissolvida. Observe a tabela a seguir, na qual são apresentados dados experimentais do coeficiente de solubilidade do nitrato de potássio em água:



Solubilidade do KNO ₃ em água	
Temperatura (°C)	Gramas de KNO ₃ /100 g de água
0	13,3
10	20,9
20	31,6
30	45,8
40	63,9
50	85,5
60	110
70	138
80	169
90	202
100	246

Observe no gráfico que no ponto X, que representa a temperatura de 20 °C, a solução está insaturada. No ponto Y, ela está saturada, e no ponto Z, está supersaturada. Isso indica que na solução insaturada ainda poderia ser dissolvida uma pequena quantidade adicional de soluto. Quando atingimos o ponto Y, a solução alcançou seu limite: todo o soluto está dissolvido, mas não há mais capacidade para dissolver adicionalmente. No ponto Z, a solução é considerada instável, pois a quantidade excessiva de soluto tende a precipitar, formando um precipitado no fundo do recipiente.

Atividades resolvidas

R3. O coeficiente de solubilidade de um sal é de 40 g por 100 g de água a 80 °C. Determine a massa em gramas desse sal necessária para saturar 75 g de água a essa temperatura.

Resolução

Para calcular, basta estabelecer a proporção levando em conta a quantidade de sal e água da seguinte forma:

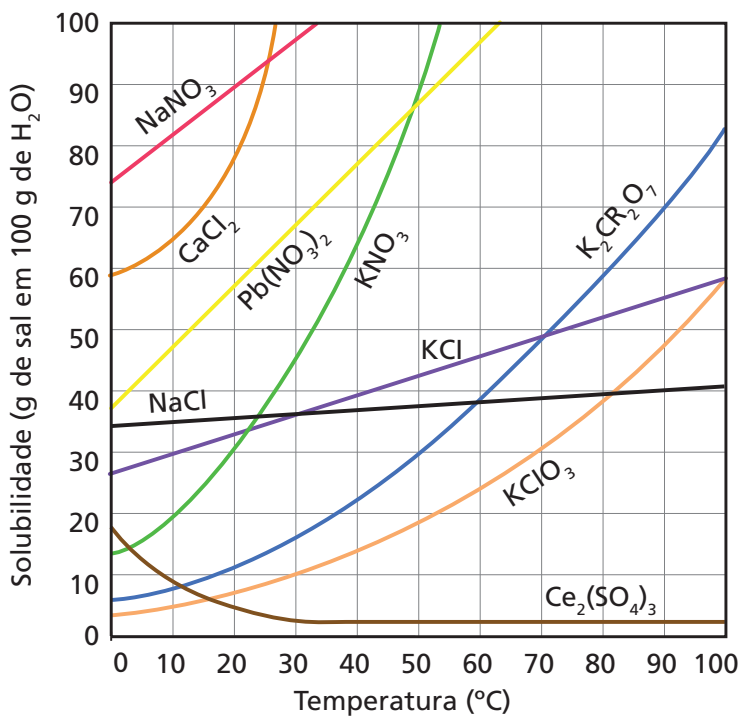
$$\begin{array}{rcl} 40 \text{ g sal} & \text{————} & 100 \text{ g de água} \\ x \text{ g sal} & \text{————} & 75 \text{ g de água} \end{array}$$

$$x = \frac{40 \cdot 75}{100} = 30 \text{ g}$$

Portanto, para saturar 75 g de água, seriam necessários 30 g desse sal.

Atividades

4. No gráfico demonstrado a seguir, as linhas representam a solubilidade dos sais. Pensando em cada uma dessas linhas, se uma determinada solução for preparada com 85 g de NaNO_3 a uma temperatura de 10°C , como ela será classificada com relação a saturação?

[illegible]

Concentração das soluções

Ao estudar as soluções, é necessário que, além de conhecer seus componentes, possamos relacionar a quantidade de soluto presente numa determinada quantidade de solvente ou solução. Essa análise auxilia em questões cotidianas como leitura e interpretação de rótulos de alimentos, medicamentos, produtos de limpeza, dentre outros.

Concentração comum (c)

Também conhecida como concentração em massa, essa grandeza apresenta a relação entre a massa do soluto (m_1) e o volume da solução (V). Ela será composta da unidade pela massa (mg, g, kg, t, etc.) dividida pela unidade de volume (cm^3 , mL, dm^3 , L, m^3 , etc.).

$$C = \frac{m_1}{V}$$

Densidade (d)

A densidade da solução (d) é a relação entre a massa (m) e o volume da solução (V). As unidades utilizadas nessa relação são: g/L; g/ cm^3 ; g/mL; kg/L; kg/ m^3 , etc.

$$d = \frac{m}{V}$$

Título em massa e em volume

O título (τ) é uma medida de concentração que relaciona as massas de soluto (m_1) e a massa da solução (m). Por outro lado, quando se refere ao volume dos líquidos, faz-se a relação entre volume do soluto (V_1) e o volume da solução (V), a este chamamos de título em volume.

$$\tau_m = \frac{m_1}{m} \quad \tau_v = \frac{V_1}{V}$$

O valor encontrado neste cálculo é sempre maior que zero e menor que 1. Quando esses valores são multiplicados por 100, são convertidos em porcentagem – **porcentagem em massa** ou **porcentagem em volume**. Por exemplo, se o título em massa é 0,10, a porcentagem em massa será 10%.

Essa representação é comumente encontrada em embalagem de medicamentos, produtos de limpeza, bebidas, entre outros.

Partes por milhão (ppm), em massa e volume

A unidade partes por milhão (ppm) indica concentrações extremamente pequenas, como, por exemplo, os poluentes presentes no ar, na água e no solo. Esse termo também é utilizado em soluções que são muito diluídas para representar quantas partes do soluto existem em um milhão de partes da solução. Outras unidades que podem aparecer são partes por bilhão (ppb) e partes por trilhão (ppt). Matematicamente, representamos a determinação de ppm da seguinte forma:

$$x \text{ ppm} = \frac{x \text{ g de soluto}}{10^6 \text{ g de solvente (solução)}} \text{ ou } x \text{ ppm} = \frac{x \text{ mg de soluto}}{\text{kg de solvente (solução)}} \text{ ou } x \text{ ppm} = \frac{x \text{ parte de soluto}}{10^6 \text{ partes de solução}}$$

Duas aplicações bastante importantes dessa unidade de concentração são para determinar a concentração de gases poluentes no ar e de metais pesados na água. Apesar de referirem-se a concentrações relativamente baixas, isso não significa que não causem problemas, podendo ser muito nocivos à saúde.

Segundo levantamento feito pela Associação Brasileira de Refrigeração Ar Condicionado Ventilação e Aquecimento (ABRAVA), uma pessoa inala, em média, 10 mil litros de ar por dia. De acordo com o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), Resolução nº 491/2018, a concentração de monóxido de carbono tolerável no ar é de 9 ppm. A mesma resolução considera que 15 ppm seria considerado estado de atenção, 30 ppm estado de alerta e 40 ppm estado de emergência. Ou seja, quanto maior a concentração em ppm, maiores serão os riscos para saúde da população.

Concentração dos produtos de limpeza

No nosso cotidiano, é comum que, em algum momento, precisemos limpar uma determinada superfície e, para isso, normalmente as pessoas buscam os produtos de limpeza adequados à finalidade para a qual cada produto se destina. Normalmente, só de observar o rótulo da embalagem, já é possível saber qual é a recomendação de uso e para que situações aquele determinado produto é recomendado. Também é sabido que escolher o produto correto muitas vezes assegura o resultado esperado.

Naturalmente, em algum momento você já deve ter se deparado com a frase “produto concentrado de uso profissional”, mas afinal de contas, o que exatamente isso significa? Os produtos concentrados são itens químicos feitos para proporcionar maior economia, já que em sua composição há uma maior concentração dos ingredientes ativos. No entanto, eles apresentam os mesmos efeitos que os produtos comuns. O importante é ter por certo que, ao utilizar um produto químico concentrado, os cuidados e atenção devem ser redobrados, já que na maior parte das vezes, para utilizá-los de forma segura, é necessário fazer a diluição primeiro.



Produtos de limpeza.

Atividades

5. A seguir, são apresentados cinco recipientes contendo soluções aquosas de cloreto de sódio.

É possível afirmar que:

- a) o recipiente 5 tem a solução mais concentrada.
- b) as cinco soluções têm a mesma concentração.
- c) somente a solução 2 e 3 têm concentração iguais.
- d) as cinco soluções têm concentração diferentes.

Recipiente	Massa de sal	Volume
1	0,5 g	2 L
2	0,75 g	3 L
3	1,25 g	5 L
4	2,0 g	8 L
5	2,5 g	10 L

6. O ácido nítrico (HNO_3) é um produto muito utilizado na indústria de fertilizantes. Observe a embalagem de um frasco existente no laboratório de uma indústria.



Responda:

- a) Qual será a massa de HNO_3 existente em 100 g de solução? _____
- b) Determine a massa de água presente em 100 g de solução. _____
- c) Qual é o título da solução? _____
- d) Determine as massas de água e de ácido nítrico presentes em 800 g de solução. _____

Resumo

Massa atômica (MA): é expressa em **u** e corresponde a 1/12 do átomo de carbono-12.

Massa molecular (MM): é a soma das massas atômicas dos átomos de uma molécula.

Massa molar (M): corresponde ao valor da massa atômica ou da massa molecular, sendo expressa em gramas/mol (g/mol ou g·mol⁻¹).

Constante de Avogadro: corresponde ao valor da unidade de mol = $6,02 \cdot 10^{23}$

Quantidade de substância (n): $n = \frac{m}{M}$, onde m = massa e M = massa molar.

Soluções: misturas homogêneas de duas ou mais substâncias.

Tipos de soluções: saturada, insaturada, saturada com corpo de fundo, supersaturada.

Coeficiente de solubilidade (Cs): quantidade máxima de soluto que pode ser dissolvido numa determinada quantidade de solvente a uma determinada temperatura e pressão.

Concentração comum (C): $C = \frac{m_1}{V}$ onde: m_1 = massa do soluto e V = volume da solução.

Densidade (d): $d = \frac{m}{V}$ onde: m = massa da solução (soluto + solvente) e V = volume da solução.

Título (τ): $\tau_m = \frac{m_1}{V}$ ou $\tau_v = \frac{V_1}{V}$ onde: m_1 = massa do soluto, V_1 = volume do soluto e V = volume da solução.

Avalie o que aprendeu

1. (Famerp) A mistura conhecida como soro fisiológico é um exemplo de _____, na qual o _____ é a água e o _____ é o _____ de sódio.

As lacunas do texto são, correta e respectivamente preenchidas por:

- a) solução – solvente – soluto – cloreto.
- b) solução – solvente – soluto – bicarbonato.
- c) solução – soluto – solvente – cloreto.
- d) suspensão – solvente – soluto – bicarbonato.
- e) suspensão – soluto – solvente – cloreto.

2. (IMED) A concentração comum, cujo símbolo é _____, indica a razão entre a massa do(a) _____ e o volume do(a) _____.

Assinale a alternativa que preenche, correta e respectivamente, as lacunas do trecho acima.

- a) T – soluto – solução.
- b) T – solução – soluto.
- c) C – soluto – solução.
- d) M – solução – solução.
- e) C – solução – soluto.

3. (IFBA) Problemas e suspeitas vêm abalando o mercado do leite Longa Vida há alguns anos. Adulterações com formol, álcool etílico, água oxigenada e até soda cáustica no passado não saem da cabeça do consumidor precavido. Supondo que a concentração do contaminante formol (CH_2O) no leite "longa-vida integral" seja cerca de 3,0 g por 100 mL do leite. Qual será a concentração em mol de formol por litro de leite?

- a) 100,0 mol/L
- b) 10,0 mol/L
- c) 5,0 mol/L
- d) 3,0 mol/L
- e) 1,0 mol/L

4. Qual é a massa (expressa em gramas) de uma amostra com volume 3 mL de álcool etílico, cujo valor de sua densidade, nas condições de temperatura e pressão em que se encontra, é de 0,79 g/mL?

- a) 0,26
- b) 2,37
- c) 2,73
- d) 3,79
- e) 8,79

5. (UEG) Uma solução foi preparada a 30 °C pela dissolução de 80 g de um sal inorgânico hipotético em 180 g de água. A solubilidade dessa substância se modifica com a variação da temperatura conforme a tabela a seguir.

Temperatura (°C)	Solubilidade (g/100 g de água)
20	32
30	46

Se a solução for resfriada para 20 °C, a massa, em gramas, do sal que irá precipitar será igual a:

- a) 48,0
- b) 28,0
- c) 22,4
- d) 13,8

6. (IMED) Em um laboratório de química, foi encontrado um frasco de 250 mL com a seguinte informação: contém 1,5 g de Sulfato Ferroso. Assinale a alternativa que apresenta a concentração em g/L de Sulfato Ferroso nesse frasco.

- a) 0,3 g/L.
- b) 0,6 g/L.
- c) 3 g/L.
- d) 4,75 g/L.
- e) 6 g/L.

7. (UNIFOR) Dos seguintes compostos, qual apresenta massa molecular igual a 30? (Dados: C=12, H=1, P=31, N=14, O=16)

- a) C₂H₆
- b) PH₃
- c) NH₃
- d) NO₂
- e) N₂O₃

8. (UEPG) Analise as alternativas apresentadas abaixo que indicam a massa molar, em g/mol, para cada substância apresentada. Assinale o que for correto.

Dados: H = 1,0 g/mol; C = 12 g/mol; N = 14 g/mol; O = 16 g/mol; P = 31 g/mol.

01) O metano (CH₄) possui massa molar de 16 g/mol.

02) A amônia (NH₃) possui massa molar de 17 g/mol.

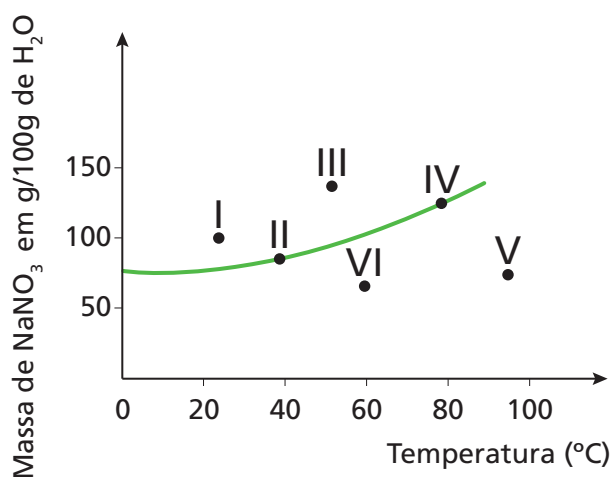
04) O ácido fosfórico (H₃PO₄) possui massa molar de 89 g/mol.

08) A glucose (C₆H₁₂O₆) possui massa molar de 180 g/mol.

9. (PUC SP) A uma solução de cloreto de sódio foi adicionado um cristal desse sal e verificou-se que não se dissolveu, provocando ainda a formação de um precipitado. Pode-se inferir que a solução original era:

- a) estável.
- b) diluída.
- c) saturada.
- d) concentrada.
- e) supersaturada.

10. O gráfico a seguir apresenta seis soluções aquosas de nitrato de sódio, NaNO_3 , numeradas de I a IV, que foram preparadas em diferentes temperaturas, dissolvendo-se diferentes massas de NaNO_3 em 100 g de água. Observe que em algumas amostras o NaNO_3 não se dissolveu completamente.



A partir da análise desse gráfico, é correto afirmar que os dois sistemas insaturados são:

- a) I e II.
- b) I e III.
- c) IV e V.
- d) V e VI.

AdobeStock



Balões no céu da Capadócia, Turquia.

Capítulo 2

Gases

A busca por meio de exploração do espaço aéreo é muito antiga. Um exemplo são os balões de ar quente, como aparece na imagem. Mas você já pensou como isso é possível? Basicamente, ao se aquecer um gás, ele se dilata, aumentando seu volume e tornando-se menos denso. O ar aquecido fica retido dentro do balão e, por ser menos denso que o ar do ambiente, ele sobe na atmosfera.

Para compreender esse e outros fenômenos relacionados a gases, é necessário compreender o comportamento dos gases em relação às variáveis de estado – pressão, volume e temperatura.

Nesta unidade, vamos abordar como os gases se comportam em diferentes situações. Além disso, apresentar outros gases presentes no ambiente que são responsáveis pela poluição atmosférica.

Introdução

Um **gás** pode ser definido como a substância que se expande, ocupando todo o espaço do recipiente que o contém de maneira uniforme. Três variáveis são importantes ao se estudar gases, são elas:

Volume (V): um gás ocupa todo o recipiente que o contém. A unidade é em decímetro cúbico (dm^3), que é equivalente ao litro (L); e em caso de volumes menores, é comum usar centímetro cúbico (cm^3), que no SI é o mesmo que mililitro (mL).

$$1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ L} = 10^3 \text{ mL} = 10^3 \text{ cm}^3$$
$$10^3 = 1000$$

Pressão (P): força por unidade de área. A unidade de pressão comumente utilizada é atmosfera (atm) ou milímetro de mercúrio (mmHg). Para fins de cálculo:

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg}$$

Em 1643, o físico italiano Evangelista Torricelli realizou um experimento no qual encheu um tubo de vidro com 1 metro de comprimento de mercúrio, tampou a extremidade com o dedo e destampou dentro de um recipiente também com mercúrio. Ele notou que o mercúrio do tubo desceu até 760 mm e se estabilizou. Observando esse fato, deduziu que a pressão atmosférica era responsável por essa ação, concluindo que a pressão atmosférica corresponde a 760 mmHg.

Temperatura (T): mede o grau de agitação térmica das moléculas. No SI a unidade é Kelvin (K), mas é comum a escala estar em grau Celsius ($^{\circ}\text{C}$).

$$T (^{\circ}\text{C}) = T(\text{K}) - 273,15$$

Atividades resolvidas

R1. Faça a conversão de unidades conforme solicitado atm para mmHg:

- a) 2 atm para mmHg c) 25 °C para K. e) 1,5 L para cm³
b) 1,5 atm para mmHg d) 45 °C para K f) 3000 cm³ para L

Resolução

a) $1 \text{ atm} \text{ ————— } 760 \text{ mmHg}$
 $2 \text{ atm} \text{ ————— } x \text{ mmHg}$
 $x = \frac{2 \cdot 760}{1} \quad x = 1520 \text{ mmHg}$

d) $45^{\circ}\text{C} = T(K) - 273,15$
 $45^{\circ}\text{C} + 273,15 = T(K)$
 $318,15\text{K}$

b) $1 \text{ atm} \text{ ————— } 760 \text{ mmHg}$
 $1,5 \text{ atm} \text{ ————— } x \text{ mmHg}$
 $x = \frac{1,5 \cdot 760}{1} \quad x = 1140 \text{ mmHg}$

e) $1 \text{ L} \text{ ————— } 1 \cdot 10^3 \text{ cm}^3$
 $1,5 \text{ L} \text{ ————— } x \text{ cm}^3$
 $x = \frac{1,5 \cdot 1 \cdot 10^3}{1} \quad x = 1,5 \cdot 10^3 \text{ cm}^3 \text{ ou } 1500 \text{ cm}^3$

c) $25^{\circ}\text{C} = T(K) - 273,15$
 $25^{\circ}\text{C} + 273,15 = T(K)$
 $298,15\text{K}$

f) $1000 \text{ cm}^3 \text{ ————— } 1\text{L}$
 $3000 \text{ cm}^3 \text{ ————— } x \text{ L}$
 $x = \frac{3000 \cdot 1}{1000} \quad x = 3\text{L}$

Atividades

1. A temperatura em determinada cidade atingiu 30 °C. O valor dessa temperatura na escala Kelvin é:

2. Um balão foi enchido com hélio e tem volume interno de 10 L. Demostre esse volume em cm³.

3. O pneu de um automóvel foi calibrado com 1200 mmHg. Demonstre essa pressão em atm.

Transformações gasosas

A seguir, vamos trabalhar com três transformações gasosas envolvendo uma massa fixa de um gás.

Transformação isotérmica

Uma transformação isotérmica ocorre em sistema fechado e a **temperatura é constante**. Também denominada de **Lei de Boyle-Mariotte**, essa transformação diz que, a temperatura constante, a pressão e o volume de uma amostra de gás variam de modo inversamente proporcional, sendo representada pela seguinte expressão matemática:

$$P \cdot V = \text{constante ou } P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$$

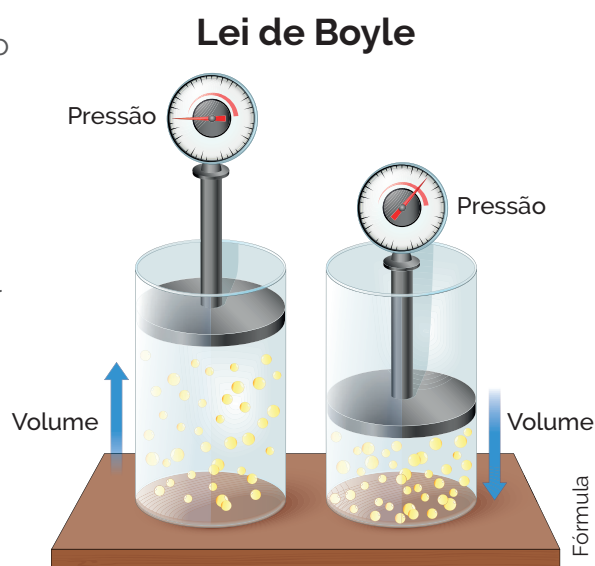
Em que os índices 1 e 2 indicam os estados iniciais e finais de uma transformação isotérmica. Como a temperatura (T) é constante, ela não é representada na fórmula.

As unidades de volume e de pressão devem ser as mesmas em ambos os lados para que o cálculo seja feito corretamente e as substâncias estejam no estado gasoso, com suas quantidades inalteradas.

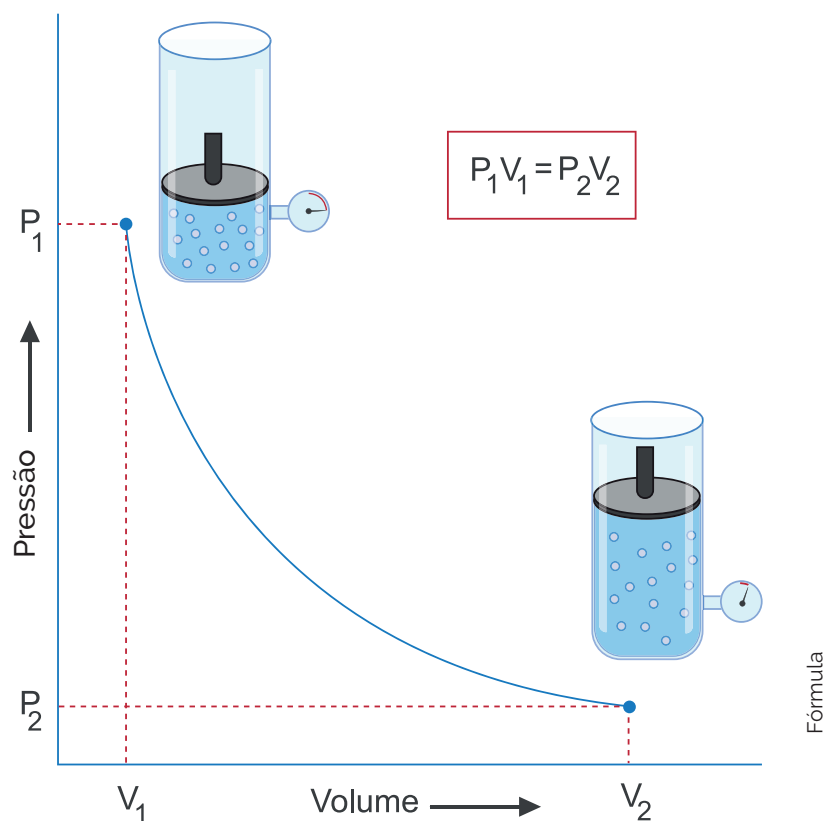
Para compreender a Lei de Boyle-Mariotte, analise o seguinte:

Quanto menor for o volume, maior o número de colisões das moléculas de gás contra o recipiente, ou seja, quanto menor o volume maior a pressão.

Observe a imagem a seguir. Com ela, é possível compreender a relação entre pressão e volume a temperatura constante em um sistema fechado.



Graficamente, uma transformação isotérmica pode ser representada da seguinte maneira:



Uma transformação isotérmica pode ser exemplificada por qualquer expansão ou contração lenta de um gás que ocorra a temperatura constante.

Atividades resolvidas

R2. Uma amostra de gás oxigênio encontra-se submetida a 0,4 atm em um recipiente de 3,0 L. Mantendo-se a temperatura constante, o volume é alterado até a pressão atingir 1,2 atm. Qual é o volume final?

Resolução

$P_1 = 0,4 \text{ atm}$; $V_1 = 3,0 \text{ L}$; $P_2 = 1,2 \text{ atm}$; $V_2 = ?$

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$$

$$0,4 \cdot 3,0 = 1,2 \cdot V_2$$

$$V_2 = 1 \text{ L}$$

Atividade

4. Uma amostra de gás nitrogênio está em um recipiente de 6,0 L e sua pressão é de 2 atm. Se essa amostra for comprimida isotermicamente até atingir um volume de 1,0 L, qual será a sua pressão final?

As Leis dos gases podem ser exemplificadas na atividade de mergulho. A cada 10 metros de profundidade a pressão aumenta em 1 atm. Caso o mergulhador esteja a 20 metros, a pressão é o triplo da pressão atmosférica. Esse aumento de pressão faz com que o volume dos pulmões diminua, ou seja, quanto maior a pressão, menor o volume de ar nos pulmões em caso de apneia – quando o mergulhador não está respirando. Se o mergulhador subir bruscamente, ocorrerá uma expansão do gás no interior dos pulmões, podendo ocasionar acidentes graves.

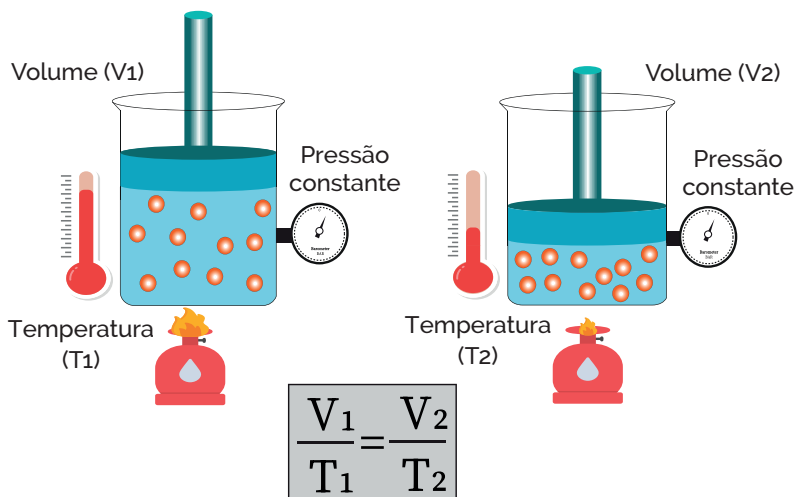
Transformação isobárica

Uma transformação isobárica ocorre devido à **pressão constante**. Também denominada de **Lei de Charles**, essa transformação diz que: a pressão constante, o volume ocupado por determinada massa gasosa é diretamente proporcional à sua temperatura absoluta. Essa relação é representada pela seguinte expressão matemática:

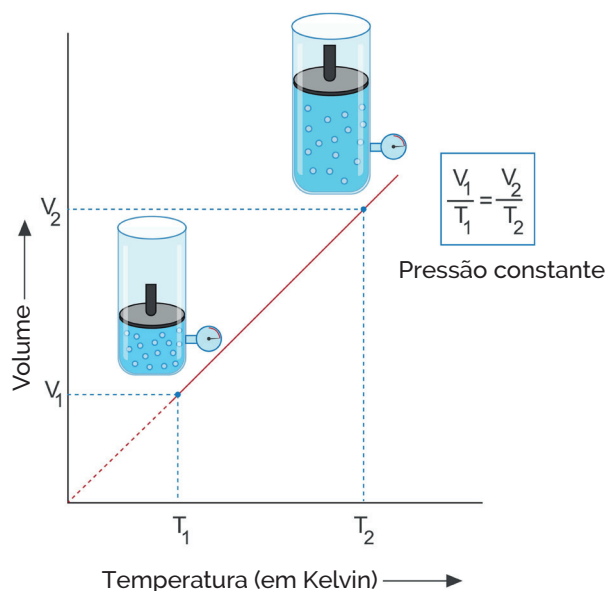
$$\frac{V}{T} = \text{constante} \text{ ou } \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

Para compreender a Lei de Gay-Lussac, analise o seguinte:

Ao se dobrar a temperatura absoluta (Kelvin), o volume também dobra.



Graficamente, uma transformação isobárica pode ser representada da seguinte maneira:



Uma transformação isobárica pode ser exemplificada pelo resfriamento de uma bexiga colocada num refrigerador. Ele reduz seu volume devido à queda de temperatura e, ao ser retirado do congelador, seu volume volta a aumentar.

Atividades resolvidas

R3. Se uma amostra de 13,5 L de gás nitrogênio a 0 °C for aquecida até 120 °C, mantendo-se sua pressão constante, qual será o volume final?

Resolução

$V_1 = 13,5 \text{ L}$; $T_1 = 0 \text{ °C} + 273,15 = 273,15 \text{ K}$; $V_2 = ?$; $T_2 = 120 \text{ °C} + 273,15 = 393,15 \text{ K}$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{13,5}{273,15} = \frac{V_2}{393,15} \Rightarrow V_2 = 19,43 \text{ L}$$

Atividade

5. Certa massa de gás hidrogênio a 27 °C ocupa um volume de 7,0 L. Determine a qual temperatura esse gás ocupará 14 L na mesma pressão.

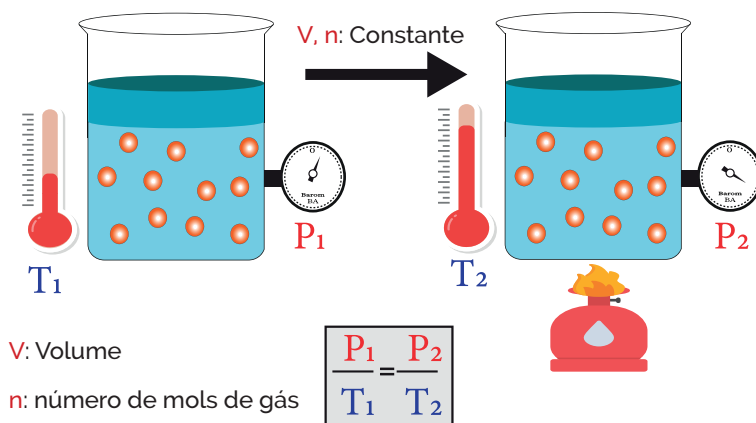
Transformação isocórica

Uma transformação isocórica, isovolumétrica ou isométrica ocorre a volume constante. Também denominada **Lei de Gay-Lussac**, essa transformação estabelece que: a **volume constante**, a pressão exercida por determinada massa gasosa é diretamente proporcional à sua temperatura absoluta. Essa relação é representada pela seguinte expressão matemática:

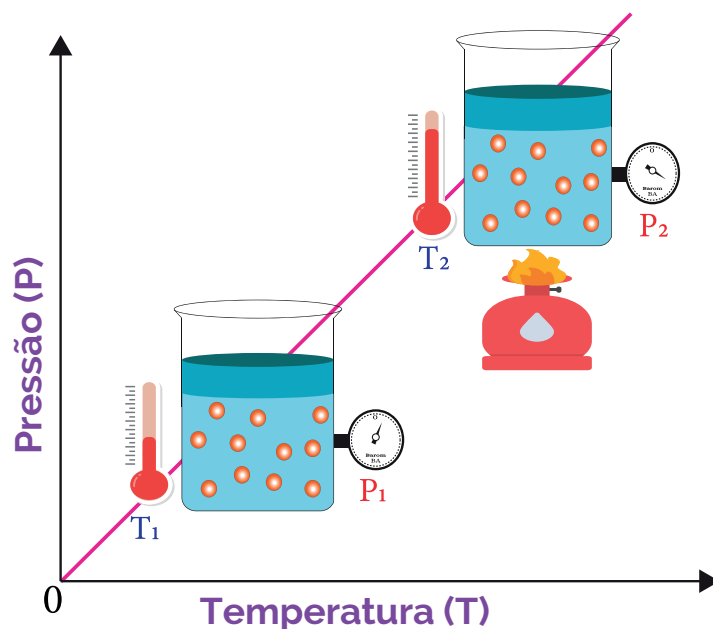
$$\frac{P}{T} = \text{constante} \text{ ou } \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

Para compreender a Lei de Charles, analise o seguinte:

Ao dobrar a pressão, dobra-se também o volume.



Graficamente, uma transformação isocórica pode ser representada da seguinte maneira:



Uma transformação isocórica pode ser exemplificada pelo estouro de um pneu que percorreu grandes distâncias e apresenta desgaste, no qual tanto o pneu quanto o ar contido nele sofreram aquecimento. Esse aquecimento eleva a pressão interna a tal ponto, capaz de fazer com que esse pneu enfraquecido acabe estourando.

Atividades resolvidas

R4. Uma amostra de gás encontra-se em um recipiente fechado e indeformável a $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ e 1 atm. Determine qual será a nova pressão, caso a temperatura seja elevada até $150\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Resolução

$P_1 = 1\text{ atm}$; $T_1 = -50\text{ }^{\circ}\text{C} + 273,15 = 223,15\text{ K}$; $P_2 = ?$; $T_2 = 150\text{ }^{\circ}\text{C} + 273,15 = 423,15\text{ K}$

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \Rightarrow \frac{1}{223,15} = \frac{P_2}{423,15} \Rightarrow P_2 = 1,9\text{ atm}$$

Atividade

6. Uma massa de oxigênio gasoso encontra-se a $316,15\text{ K}$ e $1,2\text{ atm}$. Se essa amostra sofrer uma transformação isocórica até chegar a $400,15\text{ K}$, qual será sua pressão final?

Equação geral dos gases

As leis vistas anteriormente podem ser reunidas em uma única expressão matemática, conhecida como equação geral dos gases.

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2}$$

Essa equação se aplica sempre que uma massa de gás fixa estiver sofrendo alterações em duas ou três variáveis de estado – pressão, volume e temperatura.

Lei do gás ideal

Para compreender a Lei do gás ideal, precisamos compreender alguns conceitos, como:

- Condições normais de temperatura e pressão (CNTP) são:

Pressão de 1 atm = 760 mmHg
Temperatura = 0 °C = 273,15 K

- Volume molar: 1 mol de gás na CNTP ocupa um volume de 22,4 L.

Exemplo: 1 mol de H₂ ocupa 22,4 L;

1 mol de O₂ ocupa 22,4 L.

- Princípio de Avogadro: em 1811, o italiano Amedeo Avogadro propôs a hipótese que também é conhecida como o Princípio de Avogadro.

Volumes iguais de dois gases quaisquer, nas mesmas condições de pressão e temperatura, contêm igual quantidade de substâncias ou moléculas.

A Lei do Gás Ideal é expressada pela equação matemática:

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

Em que: P = pressão; V = volume; n = quantidade de matéria em mols; R constante universal dos gases; T = temperatura.

O valor de R depende do conjunto das unidades utilizadas:

$$R = 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}}; \quad R = 62,3 \frac{\text{mmHg} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}}; \quad R = 8,315 \frac{\text{kPa} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

A Lei do Gás Ideal se aplica a substâncias no estado gasoso, com temperatura necessariamente na escala Kelvin, e com P e V nas mesmas unidades que R.

Diferente da Lei geral dos gases, essa lei independe da existência de estados inicial e final, ou seja, ela é aplicável mesmo quando um gás não está passando por uma transformação. Além disso, pode ser aplicada em transformações onde a massa do gás varia.

Atividades resolvidas

R5. Qual é o volume ocupado por 1,5 mol de gás oxigênio nas CNTP?

Resolução

Nas CNTP, segundo o princípio de Avogadro, o volume de uma amostra de gás é diretamente proporcional à quantidade de matéria.

$$1 \text{ mol} \quad \text{-----} \quad 22,4 \text{ L}$$

$$1,5 \text{ mol} \quad \text{-----} \quad x \text{ L}$$

$$x = 33,6 \text{ L}$$

R6. Determine o volume ocupado por 2 mols de óxido de nitrogênio (NO) a uma pressão de 3 atm e a uma temperatura de 30 °C.

Dados: $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} / \text{mol} \cdot \text{K}$.

Resolução

$$P = 3 \text{ atm}; V = ?; n = 2 \text{ mol}; R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} / \text{mol} \cdot \text{K}; T = 30 + 273,15 = 303,15 \text{ K}$$

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$3 \cdot V = 2 \cdot 0,082 \cdot 303,15$$

$$V = \frac{2 \cdot 0,082 \cdot 303,15}{3}$$

$$V = \frac{49,7}{3}$$

$$V = 16,6 \text{ L}$$

Atividades

7. Determine a pressão em atm, exercida por 4 mol de CH_4 ocupando um volume de 30 L a uma temperatura de 27 °C.

Dados: $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} / \text{mol} \cdot \text{K}$.

8. Qual é o volume ocupado por 56 g de gás nitrogênio (N_2) nas CNTP?

Dados: massa atômica do N = 14 g.

Poluição atmosférica

O conhecimento dos gases e de suas propriedades é de grande importância na química, uma vez que os gases aparecem frequentemente no dia a dia. O ar atmosférico, aquele que respiramos, é uma mistura de gases, sendo composto basicamente por 78% de gás nitrogênio, 21% de gás oxigênio, 1% de gás argônio e o restante de outros gases. Contudo, esses outros gases, mesmo em concentrações menores, podem causar uma série de problemas ambientais e de saúde. Vamos apresentar alguns deles a seguir:

Monóxido de carbono (CO): gás incolor, inodoro e insípido, normalmente produzido por fontes naturais, que contemplam atividades vulcânicas, emissão de gás natural e descargas elétricas. Pode ocorrer a liberação por fontes antropogênicas – causada por atividade humana – como nas usinas termelétricas. A liberação desse gás também pode ocorrer a partir da queima incompleta de combustíveis fósseis, e como a maior parte dos automóveis é abastecida com algum tipo de combustível fóssil, eles estão entre os maiores emissores desse gás.

Dióxido de enxofre (SO₂): um gás incolor resultante da combustão de elementos fósseis, como o carvão e o petróleo. Suas principais fontes de emissão são os automóveis e as usinas termelétricas. É comum nos centros urbanos, sendo um dos principais responsáveis pela chuva ácida. Devido aos problemas ambientais e de saúde que esse gás causa, existem algumas regulamentações para que a indústria emita cada vez menos esse composto.

Óxidos de nitrogênio (NO_x): são formados exclusivamente por oxigênio e nitrogênio, como o monóxido de nitrogênio (NO) e o dióxido de nitrogênio (NO₂), que contribuem ativamente para poluição atmosférica, além do óxido nitroso (N₂O), gás bastante conhecido no **efeito estufa**.

Óxido nitroso (N_2O): é o óxido mais abundante na atmosfera e normalmente não é considerado um poluente. Ele é formado pelas algas azul-verde e pela bactéria *Rhizobium*, presente nos nódulos de feijões, ervilhas e outros legumes. Apesar de este não ser considerado um poluente, ao reagir com oxigênio atômico, forma o óxido nítrico, interferindo na concentração de ozônio estratosférico.

Dióxido de nitrogênio (NO_2): é um gás tóxico que causa irritação nas mucosas do aparelho respiratório. Ao ser inalado, pode originar compostos nitrogenados carcinogênicos. Além disso, é um dos responsáveis pelo **smog fotoquímico** – forma de poluição causada por uma mistura de poluentes que causa uma névoa densa e visível. Pode causar problemas respiratórios, entre outros problemas de saúde.

Óxido nítrico (NO): é produzido principalmente pelo escape de automóveis, devido às altas temperaturas. Puro, não representa riscos significativos, mas, com a oxidação, forma o dióxido de nitrogênio. O NO contribui com a diminuição da concentração de ozônio na estratosfera.

Metano (CH_4): o metano é gerado principalmente pelos animais – a partir do esterco e da liberação gastroentérica – e por atividades agrícolas. Ele contribui com a formação do ozônio a nível do solo, um poluente perigoso do ar e um gás de efeito estufa. Pesquisas buscam alternativas para redução e reaproveitamento do metano no ambiente; uma alternativa é sua utilização como biogás – um biocombustível produzido a partir de matéria orgânica (animal ou vegetal).

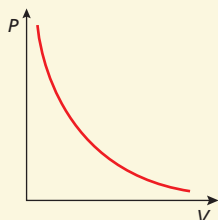
O efeito estufa é um processo natural da atmosfera que serve para manter a temperatura no planeta Terra. Porém, o crescente aumento da emissão de gases poluentes oriundos das atividades humanas, como dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), hexafluoreto de enxofre (SF_6), além de duas famílias de gases: hidrofluorcarbono (HFC) e perfluorcarbono (PFC), tem potencializado esse processo. Isso gera impactos na fauna e flora do planeta Terra, ocasionando aumento da temperatura global, mudanças climáticas e derretimento das geleiras, o que altera o volume de água nos oceanos.

Resumo

Transformações gasosas

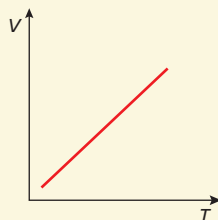
Transformação isotérmica

$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$ se a temperatura for constante.



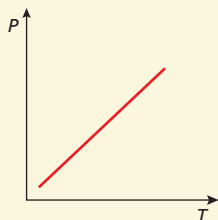
Transformação isobárica

$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ se a pressão for constante.



Transformação isocórica

$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$ se o volume for constante.



Equação geral dos gases

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2}$$

Lei do gás ideal

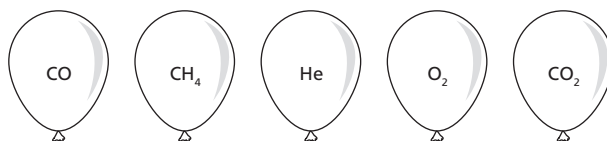
$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

Em que:

$$R = 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}}; \quad R = 62,3 \frac{\text{mmHg} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}}; \quad R = 8,315 \frac{\text{kPa} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

Avalie o que aprendeu

1. (UFGF) Considere 5 balões com o mesmo volume, na mesma temperatura. Cada balão contém um gás diferente: CO, CH₄, He, O₂ e CO₂. Em todos os balões, a pressão exercida por cada gás é a mesma.



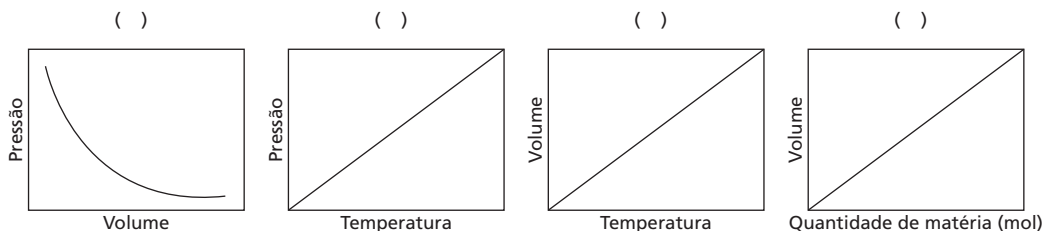
Assinale a alternativa **CORRETA**:

- a) A massa de gás em todos os balões é a mesma.
- b) A densidade dos gases contidos nos balões é a mesma.
- c) O balão contendo o He apresenta o maior número de átomos.
- d) A quantidade de substância em número de mol em todos os balões é a mesma.
- e) O balão contendo o CH₄ apresenta o maior número de moléculas.

2. (UFJF) A equação geral dos gases ideais é uma equação de estado que correlaciona pressão, temperatura, volume e quantidade de matéria, sendo uma boa aproximação ao comportamento da maioria dos gases.

Os exemplos descritos a seguir correspondem às observações realizadas para uma quantidade fixa de matéria de gás e variação de dois parâmetros. Numere as representações gráficas, relacionando-as com as seguintes descrições.

- 1. Ao encher um balão com gás hélio ou oxigênio, o balão apresentará a mesma dimensão.
- 2. Ao encher um pneu de bicicleta, é necessária uma pressão maior que a utilizada em pneus de carro.
- 3. O cozimento de alimentos é mais rápido em maiores pressões.
- 4. Uma bola de basquete cheia no verão provavelmente terá aparência de mais vazia no inverno, mesmo que não tenha vazado ar.



Assinale a alternativa que apresenta a sequência correta na numeração das representações gráficas.

- a) 1 – 3 – 4 – 2.
- b) 2 – 3 – 4 – 1.
- c) 4 – 2 – 1 – 3.
- d) 4 – 3 – 1 – 2.
- e) 2 – 4 – 3 – 1.

3. (UEA) Suponha que no interior do pneu de um veículo a pressão total do ar seja 1750 mmHg e que a temperatura desse pneu seja 27 °C. Após esse veículo percorrer uma certa distância, realizou-se uma nova medição da temperatura do pneu, constatando-se um valor de 57 °C.

Considerando que a variação de volume do pneu seja desprezível, a nova pressão desse pneu será igual a:

- a) 565 mmHg.
- b) 3695 mmHg.
- c) 1925 mmHg.
- d) 1604 mmHg.
- e) 1420 mmHg.

4. (FMC - adaptada) Os gases apresentam a propriedade de ocuparem o volume do recipiente que os contém. É o fenômeno da expansibilidade. Portanto, é mais conveniente medir seus volumes e pressões ao invés de suas massas. Diferentemente dos sólidos e líquidos, para os quais o volume não é sujeito às variações de pressão e temperatura, os gases são dependentes destas variáveis. As leis dos gases, relacionam pressão, volume, número de mols e temperatura. Frequentemente, os volumes dos gases são referenciados às condições padrão que são: 0 °C (273.0 K) e pressão (760.0 torr, 760.0 mmHg). Considerando a informação, o volume ocupado por 9.6 g de oxigênio quando submetido a uma pressão de 380.0 torr e temperatura de 127.0 °C, será aproximadamente:

Dados: massa atômica $O_2 = 32 \text{ g/mol}$; $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

- a) 10.0 L
- b) 40.0 L
- c) 20.0 L
- d) 0.04 L
- e) 22.4 L

5. (Uece) Apoiado na hipótese de Avogadro (1776–1856), assinale a afirmação verdadeira.

Dados: S = 32; O = 16; N = 14; H = 1.

- a) Nas CNTP, 1,0 mol de CO_2 ocupa um volume menor que 1,0 mol de O_2 .
- b) Nas CNTP, 10 mols de CH_4 ocupam o mesmo volume que 10 mols de NH_3 .
- c) Massas iguais de SO_2 e NH_3 ocupam o mesmo volume.
- d) O mesmo número de moléculas de diferentes gases possui a mesma massa.

6. (Uem) Os gases são substâncias presentes em nosso cotidiano em fatos como: a subida de um balão; o murchar, com o tempo, de uma bexiga de aniversário; o aumento da pressão interna de um pneu em dias quentes; a respiração do ser humano; entre outros. Sobre os gases, assinale a(s) alternativa(s) correta(s).

01) Em um gás, as moléculas estão em contínuo movimento e separadas entre si por grandes espaços vazios em relação ao tamanho delas. Além disso, o movimento das moléculas se dá em todas as direções e em todos os sentidos.

02) Um gás não possui forma própria. A forma adquirida é a do recipiente que o contém. Quando um gás é confinado em um recipiente, as moléculas do gás colidem continuamente contra as paredes do recipiente. Dessas colisões resulta o que se chama de pressão do gás.

04) Em um gás ideal ou perfeito, a pressão é diretamente proporcional ao volume quando a temperatura é constante.

08) Um mol de um gás possui aproximadamente $6,02 \times 10^{23}$ moléculas.

16) As moléculas constituintes de um gás possuem movimento desordenado. Esse movimento é denominado agitação térmica. Quanto mais intensa é a agitação térmica, maior é a energia cinética de cada molécula e, em consequência, maior é a temperatura do gás.

Indique como resposta a soma dos números associados às proposições corretas.

7. (PUCCamp) A pressão de segurança dentro de uma garrafa PET com capacidade de 2,0 L não deve ultrapassar 112 PSI (7,62 atm). Considerando que há apenas gás carbônico à temperatura de 27 °C, a quantidade de moléculas desse gás dentro da garrafa na pressão de segurança é de, aproximadamente:

Dado: Constante universal dos gases $0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$

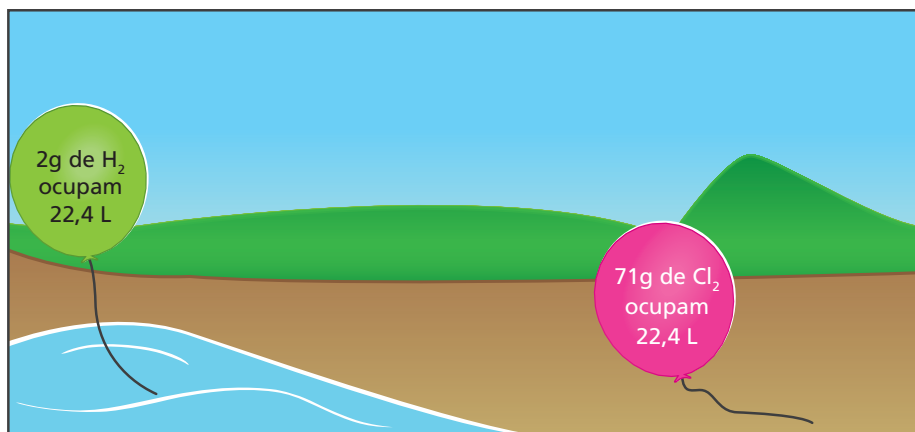
- a) 0,2 mol
- b) 0,4 mol
- c) 1,0 mol
- d) 0,8 mol
- e) 06 mol

8. (UNIGRANRIO) Gases ideais são aqueles nos quais as interações entre átomos, íons ou moléculas em suas constituições são desprezadas; esse comportamento se intensifica em pressões baixas. Na descrição desses gases, a equação de estado para gases perfeitos é a mais adequada. Considere uma quantidade de matéria de 2,5 mols de um gás de comportamento ideal que ocupa um volume de 50 L à pressão de 1246 mmHg. A temperatura desse gás nas condições citadas será de:

Dado: $R = 62,3 \text{ mmHg} \cdot \text{L/K} \cdot \text{mol}$

- a) 400 K
- b) 127 K
- c) 273 K
- d) 200 K
- e) 254 K

9. (UEMA - adaptada)



Considere o comportamento dos gases hidrogênio e cloro, respectivamente, em seus balões, nas mesmas condições de temperatura e de pressão.

As informações da imagem retratam o princípio que corresponde à lei de:

Dados: H = 1; Cl = 35,5.

a) Avogadro.

c) Proust.

e) Dalton.

b) Boyle.

d) Charles.

10. (IFCE) Um menino recebeu, numa festa de aniversário, um balão cheio com um gás que o fazia flutuar. Ao chegar em casa, o menino guardou o balão no seu quarto de dormir. Seu irmão mais velho, querendo lhe fazer um susto, pôs o balão no congelador do refrigerador de casa.

Após alguns momentos, pediu ao garotinho que fosse buscar um sorvete para ele. Ao abrir o congelador, o garotinho viu que seu balão havia murchado e começou a chorar. Porém, logo depois que ele retirou o balão, ele começou a reconstituir sua forma original.

É **correto** afirmar que:

a) no congelador, as partículas do gás sofreram um congelamento tendo se solidificado e, ao voltar ao meio, descongelaram, voltando ao aspecto normal.

b) dentro do congelador, o gás vazou um pouco, provocando uma alteração no volume ocupado por ele e, ao sair, ele sofreu uma dilatação, voltando ao aspecto original

c) no congelador, o gás foi resfriado, fazendo com que suas partículas vibassem menos, reduzindo assim seu volume. Ao retornar à temperatura ambiente, as partículas ganham calor do meio, voltando a vibrar com mais intensidade e reconstruindo, aos poucos, o volume original do balão.

d) a temperatura mais baixa no congelador faz as partículas do gás sofrerem uma redução do seu tamanho, passando a ocupar um volume menor, ficando o balão mais murcho e, ao voltar à temperatura normal, as partículas voltaram ao tamanho normal, fazendo-o ter o mesmo aspecto de antes.

e) a temperatura reduzida no interior do congelador fez com que o gás se expandisse de modo que passou a ocupar menor volume e, ao voltar à temperatura normal, a expansão acabou e o volume do gás voltou ao ponto inicial, tendo o balão retornado ao aspecto original.

Práticas Interdisciplinares

A radiação e a Segunda Guerra Mundial

O conhecimento sobre as ondas eletromagnéticas, especialmente sobre as radiações ionizantes, levou ao marco histórico do fim da Segunda Guerra Mundial, com a construção da bomba atômica liderada pelo físico estadunidense Julius Robert Oppenheimer (1904-1967) no projeto do Laboratório Nacional de Los Alamos, nos Estados Unidos. Você já ouviu falar dele? Em 2023, foi lançado um filme sobre a história da criação e uso da bomba nuclear, no contexto da Segunda Guerra.

O filme Oppenheimer (2023) teve a direção de Christopher Nolan.



Com a ajuda de seus professores e de um colega, responda às atividades a seguir e depois discuta com toda a turma sobre as respostas.

1. Você já assistiu ao filme? Em caso positivo, escreva uma pequena sinopse sobre ele e compartilhe com a turma.

2. Como era o contexto político-social na época da criação da bomba nos EUA, na Europa e na Ásia?

3. Você acha que a ciência pode ser considerada neutra?

4. Em um contexto hipotético no qual os EUA, e nenhum outro país, tivessem conseguido fabricar a bomba atômica, como você acha que seria a Segunda Guerra? Será que nos dias de hoje seriam diferentes?



A bomba atômica, fruto do conhecimento científico, foi decisiva na Segunda Guerra Mundial.

5. Os avanços científicos, embora importantes, podem ter efeitos catastróficos se utilizados de maneira arbitrária. Um bom exemplo disso foram as consequências geradas pela explosão de bombas atômicas durante a Segunda Guerra Mundial. Em sua opinião, o que poderia ser feito, a nível mundial, para evitar que futuramente a humanidade venha novamente sofrer com o uso indevido de tecnologias e recursos, por exemplo, para fins militares?

6. A radiação pode causar a destruição das células do organismo por meio do calor e a da ionização celular, que causa o enfraquecimento das ligações químicas dos ácidos nucleicos, favorecendo o aparecimento de mutações no processo de divisão celular. Explique por que foram registrados em descendentes de várias gerações das populações atingidas pela radiação das bombas atômicas na Segunda Guerra Mundial casos de câncer associados à radiação dessas bombas, mesmo tendo nascido muitos anos depois.

Referências

ATKINS, Peter. et. al. **Princípios de química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente, 7 ed. Porto Alegre: Bookman, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação **Básica. Base nacional comum curricular**: educação é a base (BNCC). Brasília: MEC/SEB, 2018. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/>>. Acesso em: 5 set. 2023.

BROWN, T. L.; LEMAY, E.; BURSTEN JR., B. E. **Química**: a ciência central. 13 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2016.

CÓNSUL, Julia Maria Díaz. et al. **Decomposição catalítica de óxidos de nitrogênio**. Revista Química Nova na Escola. Vol. 27, n.º 3. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/qn/a/xsJgtKhdv57gZnVv46v6qKQ/?lang=pt&format=pdf>>. Acesso em: 09 ago. 2023. Acesso em: 09 ago. 2023.

RUSSEL, John Blair. **Química geral**. Vol. 1. ed. São Paulo, Pearson Makron Books, 2006.

RUSSEL, John Blair. **Química geral**. Vol. 2. ed. São Paulo, Pearson Makron Books, 2006.

UNEP. **As emissões de metano estão impulsionando as mudanças climáticas**. Veja como reduzi-las. Disponível em: Disponível em: <<https://www.unep.org/pt-br/noticias-e-reportagens/reportagem/emissoes-de-metano-estao-impulsionando-mudanca-climatica-veja>>. Acesso em: 05 set. 2023.



SOLAR



EÓLICA



GEOTÉRMICA



HIDRELÉTRICA



BIOMASSA



GÁS

Algumas fontes de energia.



NUCLEAR



CARVÃO



BATERIA

Capítulo 3

Radioatividade

Você já pensou como seria sua vida sem energia? Sem energia elétrica, sem combustíveis nos automóveis, sem os aparelhos eletrônicos, etc.

Somos totalmente dependentes de energia, e graças a essa necessidade crescente novas fontes de energia foram sendo exploradas com o passar dos séculos.

Dentre os desafios que a humanidade encara atualmente, um dos mais importantes é encontrar fontes de energia que substituam os combustíveis fósseis (petróleo, carvão mineral e gás natural), já que agredem muito o meio ambiente.

Neste capítulo vamos falar sobre radiatividade, cujo estudo revela várias aplicações na sociedade, como a geração de energia nuclear.

Estudo das radiações

O estudo da radioatividade teve início com os experimentos do químico inglês William Crookes (1832-1919), que, em 1850, ao estudar a condução da eletricidade dos gases em um tubo de vácuo parcial conseguiu visualizar os chamados **raios catódicos**, posteriormente identificados como emissões radioativas.

Em 1895, o físico alemão Wilhelm Konrad Röntgen (1845-1923), trabalhando com raios catódicos, percebeu a existência de um novo tipo de radiação, os **raios X**. No ano seguinte, em 1896, o físico Antoine-Henri Becquerel descobriu que sais de urânio apresentavam comportamento similar aos dos raios X, ou seja, emitiam algum tipo de radiação.

No ano de 1897, a física polonesa Marie Sklodowska Curie (1867-1934), juntamente com seu marido, o físico francês Pierre Curie, aprofundaram os estudos de Becquerel e mostraram que a radioatividade, nome dado por ela, era um fenômeno atômico. Em 1898, o casal descobriu outros dois elementos radioativos, o polônio (Po), nomeado em homenagem à terra natal de Marie Curie, e o rádio (Ra).

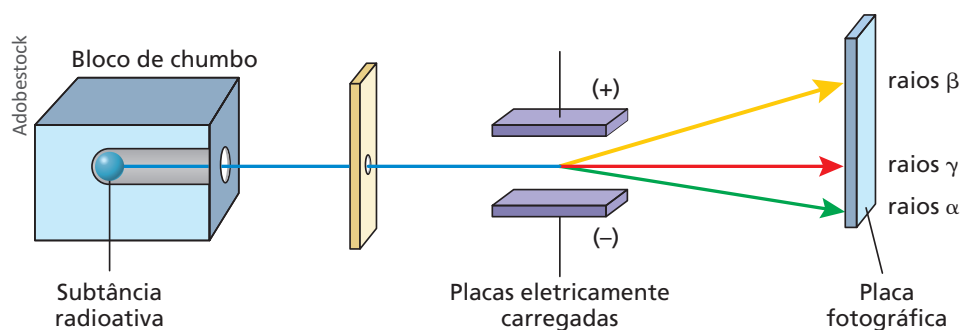
Ainda nesse ano, Ernest Rutherford (1871-1937) criou um aparelho para estudar a ação de um campo eletromagnético sobre as radiações. Com seu experimento, Rutherford observou que um certo tipo de feixe de radiação tinha sua trajetória desviada em direção à placa carregada positivamente, concluindo que, pela atração, essa radiação apresentava carga negativa. O cientista denominou esse feixe como raios beta (β). Outro tipo de feixe de radiação desviava sua trajetória em direção à placa negativa, concluindo que essa radiação apresentava carga positiva. Esse feixe, por sua vez, foi chamado de raios alfa (α). Com o experimento foi observado também que o desvio sofrido pela radiação α era menor, sugerindo que apresentava uma massa maior que a radiação β .



Adobestock

Marie Curie

Observe o experimento de Rutherford.



Representação do aparelho utilizado para estudar a ação de um campo eletromagnético sobre as radiações.

Em 1900, o físico francês Paul Ulrich Villard descobriu outro tipo de radiação, que não sofria o desvio pelo campo eletromagnético, não apresentava massa nem carga, sendo esses raios constituídos por ondas eletromagnéticas. Esse novo tipo foi denominado de radiação gama (γ).

Posteriormente se concluiu que tanto os raios alfa quanto os raios beta eram constituídos por partículas. As partículas alfa eram constituídas por 2 prótons e 2 nêutrons, enquanto as partículas beta eram iguais aos elétrons. A partir disso, foram associados ao átomo, e não apenas à corrente elétrica.

Característica do átomo

Para compreender a radioatividade é importante entender que se trata de reações que ocorrem no núcleo do átomo, onde se encontram as partículas subatômicas — prótons e nêutrons.

Z = número atômico, é o mesmo que o nº de prótons (p);

A = número de massa, é o mesmo que a soma do número de prótons (p) e nêutrons (n);

$${}_{17}^{35}\text{Cl} \left\{ \begin{array}{l} Z = 17 = 17 \text{ prótons} \\ A = 35 = p + n \\ 35 = 17 + n \\ n = 18 \text{ nêutrons} \end{array} \right.$$

Isótopos: átomos do mesmo elemento químico, que apresentam o mesmo número de prótons e diferente número de massa. Ex. ${}^1_1\text{H}$, ${}^2_1\text{H}$, ${}^3_1\text{H}$;

Isóbaros: átomos que apresentam o mesmo número de massa e diferente número de prótons. Ex. ${}^{40}_{19}\text{K}$ e ${}^{40}_{20}\text{Ca}$.

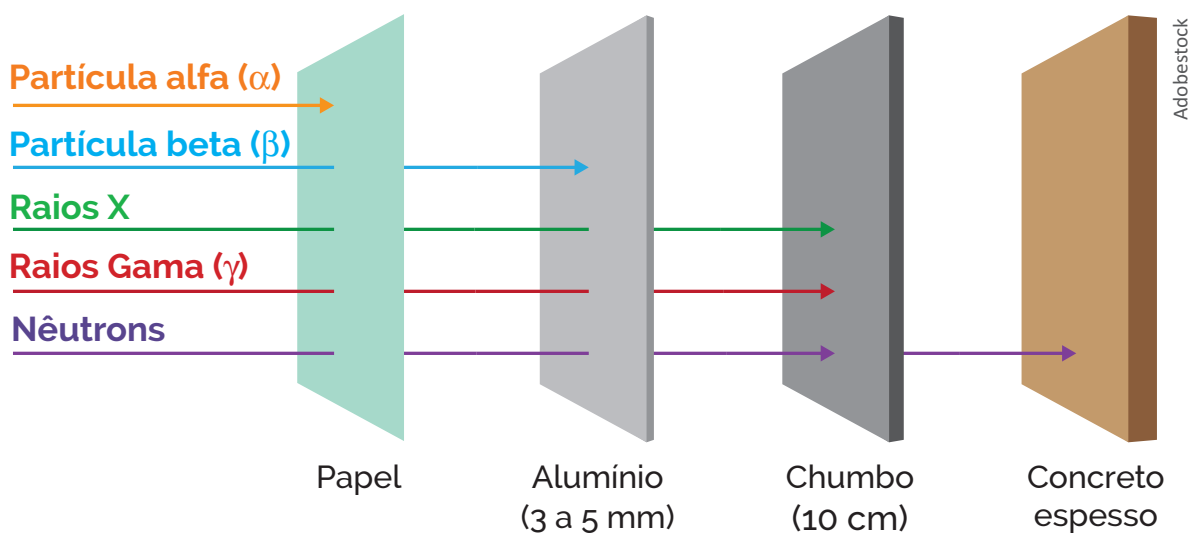
O núcleo de um átomo é denominado **nuclídeo**. Quando ele emite radiação é chamado de **radionuclídeo** ou **radioisótopo**.

Tipos de radiação

Para este momento do estudo, vamos destacar três tipos de radiação: as partículas alfa, beta e os raios gama. Com base em experimentos, os cientistas chegaram à conclusão de que cada tipo de radiação apresentava características específicas. Observe a tabela que apresenta como cada radiação é representada e algumas das suas características:

Emissões	Representação	Carga relativa	Massa (u)	Características
Alfa (α)	${}^4_2\alpha$	+2	4	- partícula; 2 prótons e 2 nêutrons (equivalente ao núcleo de átomo de hélio); - baixo poder de penetração; - velocidade de até 7% da velocidade da luz.
Beta (β)	${}^0_{-1}\beta$	-1	0	- partícula; - características semelhantes a elétrons; - médio poder de penetração; - velocidade de até 95% da velocidade da luz.
Gama (γ)	${}^0_0\gamma$	0	0	- radiação eletromagnética; - alto poder de penetração; - velocidade igual à da luz (300 000 km/s).

Observe o poder de penetração das radiações em diferentes materiais:



Poder de penetração das radiações nucleares

Cinética radioativa

Um elemento radioativo sofre um processo de desintegração radioativa ao emitir partículas do seu núcleo. Com base em pesquisas e experimentos observou-se que, com o decorrer do tempo, o número de núcleos radioativos se reduzia pela metade. Esse intervalo de tempo foi denominado de meia-vida ou período de semidesintegração ($t_{1/2}$ ou P).



Tempo de meia-vida é o tempo necessário para que a amostra radioativa se reduza pela metade.

Observe o tempo de meia-vida de alguns radioisótopos.

Nuclídeo	Meia-vida ($t_{1/2}$) aproximado
Tritio	12,3 anos
Carbono-14	5.730 anos
Iodo-131	8 dias
Césio-137	30 anos
Urânio-235	710 milhões de anos
Urânio-238	4,5 bilhões de anos

Atividades resolvidas

R3. O ouro-198 é o radioisótopo que tem sido utilizado no diagnóstico de problemas de fígado. Suponha que um paciente tenha ingerido uma substância contendo 6 mg de Au-198 e que o tempo de meia-vida desse radioisótopo no organismo é de 2,7 dias. Qual a massa, em miligramas, remanescente no organismo depois de 8,1 dias?

Resolução

$$6 \text{ mg} \xrightarrow{2,7 \text{ dias}} 3 \text{ mg} \xrightarrow{2,7 \text{ dias}} 1,5 \text{ mg} \xrightarrow{2,7 \text{ dias}} 0,75 \text{ mg}$$

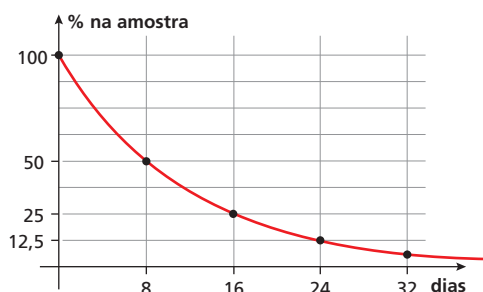
$$3 \cdot 2,7 = 8,1 \text{ dias}$$

$$\text{Massa remanescente} = 0,75 \text{ mg}$$

Observe que 8,1 dias equivalem a 3 tempos de meia-vida. Cada meia-vida faz a massa cair pela metade, restando portanto 0,75 mg.

Atividades

3. O gráfico a seguir apresenta o decaimento radioativo do iodo-131, cujo tempo de meia-vida é de 8 dias.

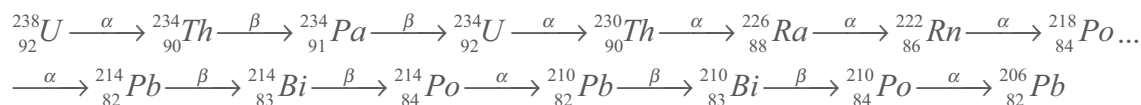


Considere uma amostra de 20 g de iodo-131. Após 32 dias, qual será a massa de iodo-131 em atividade?

Séries radioativas

Para que alguns núcleos ganhem estabilidade, eles precisam de mais emissões radioativas. Quando um núcleo instável faz várias emissões para ficar estável, ele passou por uma série de desintegração nuclear. Um elemento radioativo ao emitir partículas do seu núcleo sofre um processo chamado de **série de decaimento radioativo**. Na natureza ocorrem três dessas séries: do urânio-238 para o chumbo-206; urânio-235 para chumbo-207; e tório-232 para chumbo-206.

Observe a série de decaimento radioativo do urânio-238:



Nessa série ocorrem 8 emissões de partículas α e 5 emissões de partículas β .

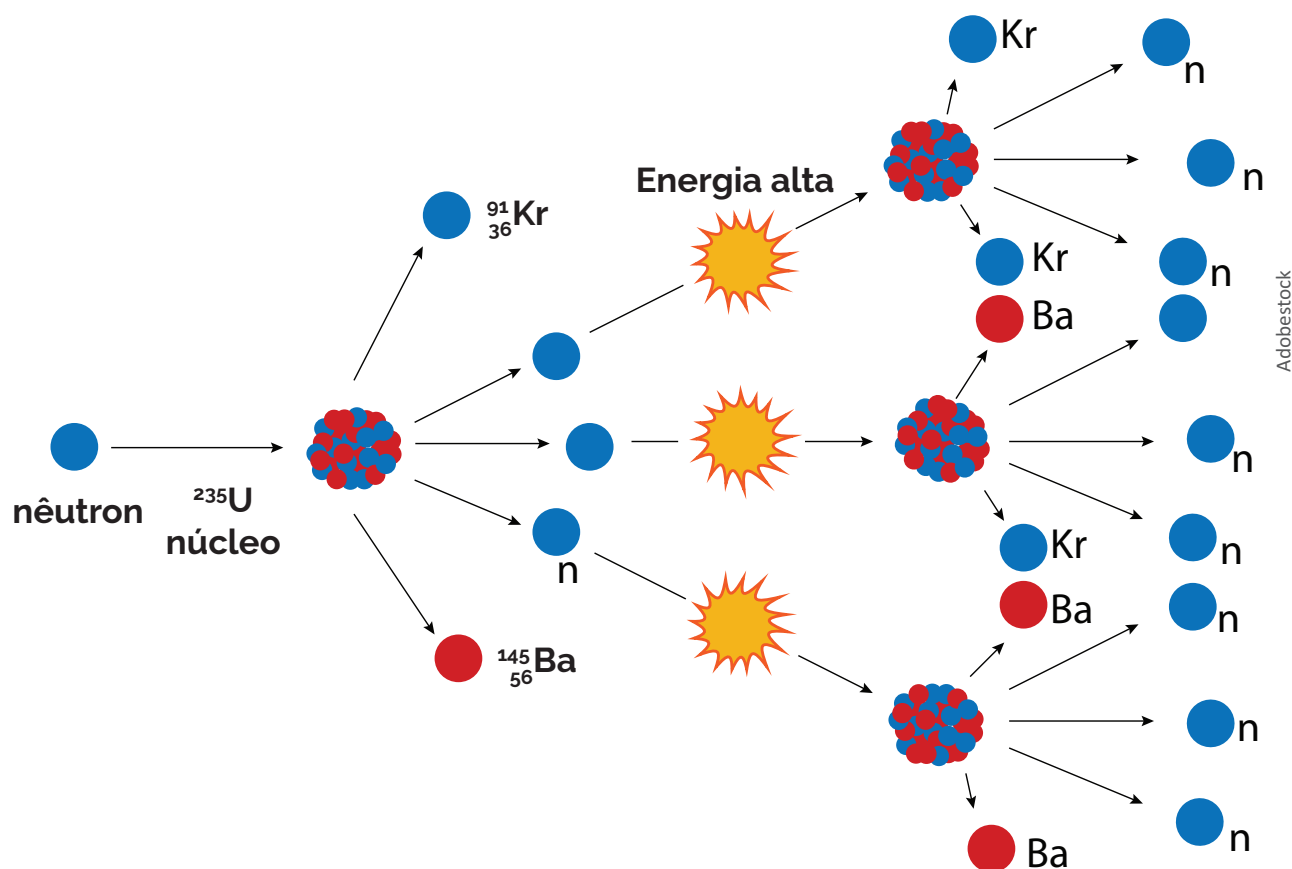
Atividades

4. Na desintegração radioativa do ${}_{88}^{226}\text{Ra}$ a ${}_{83}^{214}\text{Bi}$, quantas emissões de partículas α e β ocorrem?

Aplicações da radioatividade

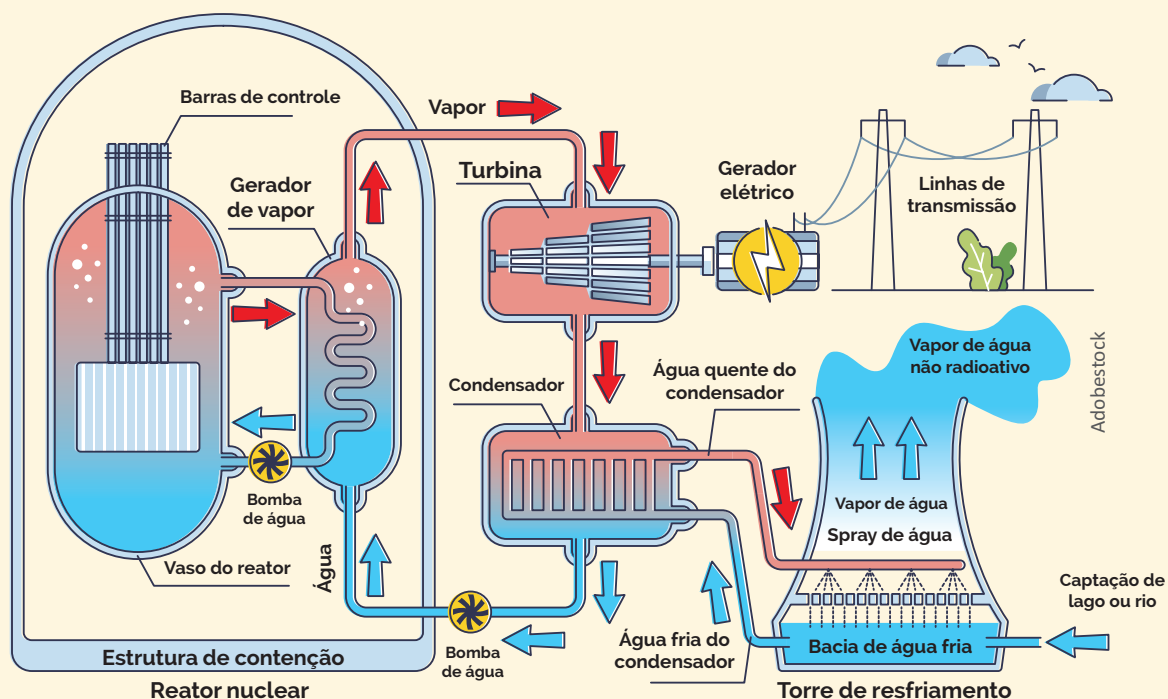
A radioatividade tem muitas aplicações, vejamos algumas delas.

Fissão nuclear: processo no qual o núcleo de um átomo pesado e instável se divide em dois ou mais fragmentos, gerando uma reação em cadeia e liberando uma grande quantidade de energia. Observe a imagem:



Esse processo ocorreu de modo não controlado com as bombas lançadas sobre as cidades de Hiroshima e Nagasaki durante a Segunda Guerra Mundial, e ocorre de maneira controlada em usinas nucleares.

Usinas nucleares são utilizadas para geração de energia elétrica. Nesse processo, reatores são usados para controlar a fissão nuclear produzindo calor, que por sua vez é utilizado para produzir vapor e movimentar as turbinas que geram energia elétrica. Observe o processo:



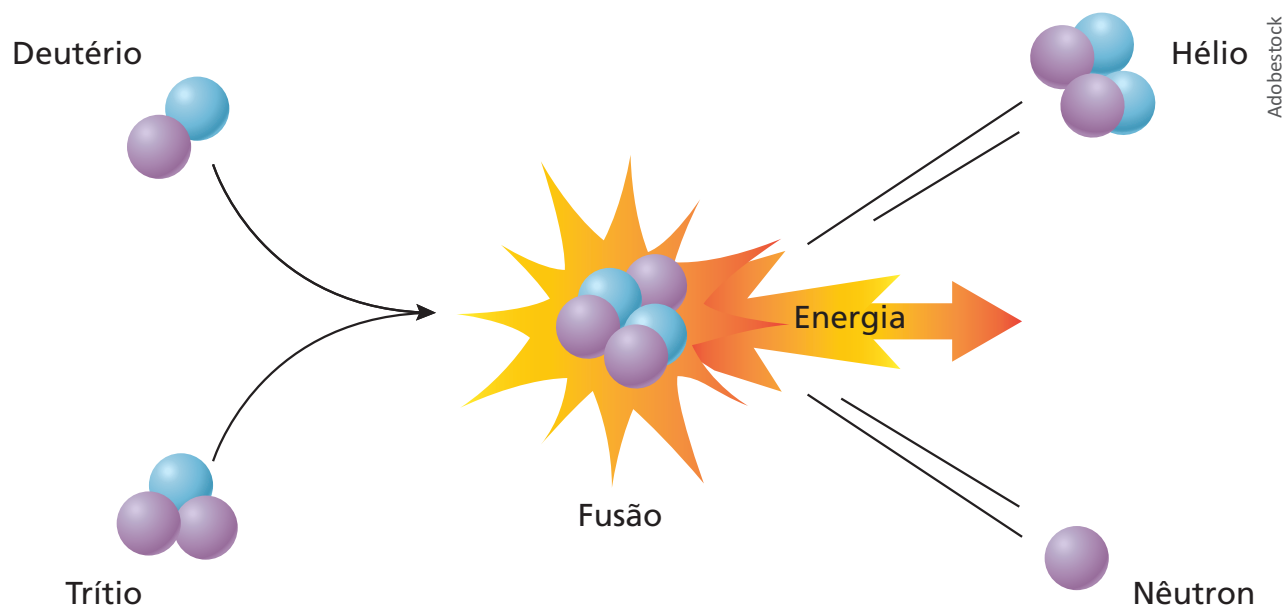
A energia elétrica gerada por uma usina nuclear é considerada energia limpa, pois não utiliza combustíveis fósseis, ou seja, não produz gases de efeito estufa ou resíduos radioativos de longa duração. Porém gera preocupações em relação ao lixo nuclear radioativo, risco de acidentes nucleares e grande utilização de água, além do alto custo de construção da usina.

O Brasil tem em seu território duas usinas nucleares em Angra dos Reis, Rio de Janeiro, chamadas de Angra 1 e Angra 2, apresentadas a seguir:



Usina termonuclear – Angra 1 e 2.

Fusão nuclear: processo no qual um núcleo de dois ou mais átomos leves se unem, formando um único núcleo mais pesado. Esse processo ocorre naturalmente no interior das estrelas, como o Sol, onde altas temperaturas e pressão forçam os choques entre os átomos. Observe a imagem:



A fusão gera uma quantidade de energia muito maior do que a fissão, o que pode causar danos incalculáveis se utilizada para construção de bombas. Em 1952, os Estados Unidos testaram a primeira bomba de hidrogênio, e na sequência outros países também fizeram testes. Em 1970 foi criado o Tratado de Não Proliferação de Armas Nucleares, com a finalidade de impedir a disseminação de armas nucleares.

Radioatividade na agricultura: ela é utilizada, entre outras coisas, para conservação de alimentos e para identificação da quantidade de agrotóxicos em produtos denominados orgânicos.

Radioatividade na medicina: muito utilizada no diagnóstico e tratamento de doenças. Um exemplo é a radiologia, área especializada na utilização de elementos radioativos para diagnóstico por imagem em tempo real das estruturas internas do corpo.

Datação por carbono-14: na natureza existem três isótopos do carbono: $^{12}_6\text{C}$, $^{13}_6\text{C}$ e $^{14}_6\text{C}$. Dos três, o mais abundante é o carbono-12 e o menos abundante o carbono-14, sendo este radioativo, com tempo de meia-vida de cerca de 5730 anos. Os átomos de carbono-14 são incorporados aos organismos vivos pelo $^{14}\text{CO}_2$ por meio da fotossíntese e da digestão. Eles deixam os organismos vivos pelos processos normais de excreção e respiração, e também por decaimento a uma velocidade determinada. Quando o organismo morre, a absorção do C-14 se encerra e sua quantidade no organismo vai reduzindo.

Sabendo-se que o tempo de meia-vida do C-14 é de 5730 anos, é possível determinar a idade dos achados arqueológicos (fósseis, documentos, etc.). Por exemplo, se um fóssil apresenta 25% do teor de C-14 encontrado nos seres vivos, pode-se dizer que se passaram duas meias vidas do C-14 desde a sua morte, ou seja, cerca de 11.460 anos.

Acidentes radioativos

Os acidentes radioativos são aqueles que envolvem algum tipo de exposição acidental a material radioativo. Veja alguns acidentes que ficaram marcados na história:

Césio-137, Goiânia: em setembro de 1987, em Goiânia, no Brasil, um aparelho de radioterapia foi deixado onde funcionava o Instituto Goiano de Radioterapia. Ao abrir-se o equipamento para venda das peças em um ferro-velho, uma cápsula de chumbo com césio-137 foi violada. Na forma de um pó azul brilhante, o césio chamou a atenção do dono do ferro-velho, que o levou para casa e mostrou para vizinhos e parentes. Devido à exposição, mais de 100 pessoas foram contaminadas e 4 foram a óbito.

Chernobyl, Ucrânia: em 26 de abril de 1986, na cidade de Pripjat, ocorreu o acidente nuclear mais grave da história. O reator 4 da Usina Nuclear de Chernobyl explodiu por falha humana durante testes de segurança, liberando grande quantidade de material radioativo na atmosfera. A radiação se espalhou por centenas de quilômetros. Ao menos 28 pessoas morreram de imediato e mais de 100 ficaram feridas no momento do acidente. A cidade e as proximidades foram evacuadas, e cerca de 200 mil residentes foram realocados.

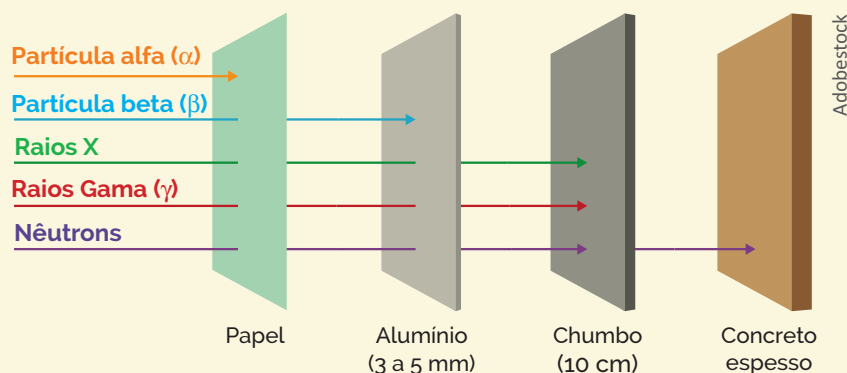
Fukushima, Japão: em 11 de março de 2011 ocorreu um terremoto seguido de um tsunami. O tsunami desativou os geradores de emergência que serviam para resfriar os reatores da Central Nuclear de Fukushima I, o que levou a explosões e contaminação do Oceano Pacífico, sendo encontrada radiação em algas e peixes. Esse acidente foi comparado a Chernobyl em termos de gravidade.

Resumo

Tipos de radiação

Emissões	Representação	Carga relativa	Massa (u)	Características
Alfa (α)	${}^4_2\alpha$	+2	4	• partícula; • 2 prótons e 2 nêutrons (equivalente ao núcleo de átomo de hélio); • baixo poder de penetração; • velocidade de até 7% da velocidade da luz.
Beta (β)	${}^0_{-1}\beta$	-1	0	• partícula; • características semelhantes a elétrons; • médio poder de penetração; • velocidade de até 95% da velocidade da luz.
Gama (γ)	${}^0_0\gamma$	0	0	• radiação eletromagnética; • alto poder de penetração; • velocidade igual à da luz (300 000 km/s).

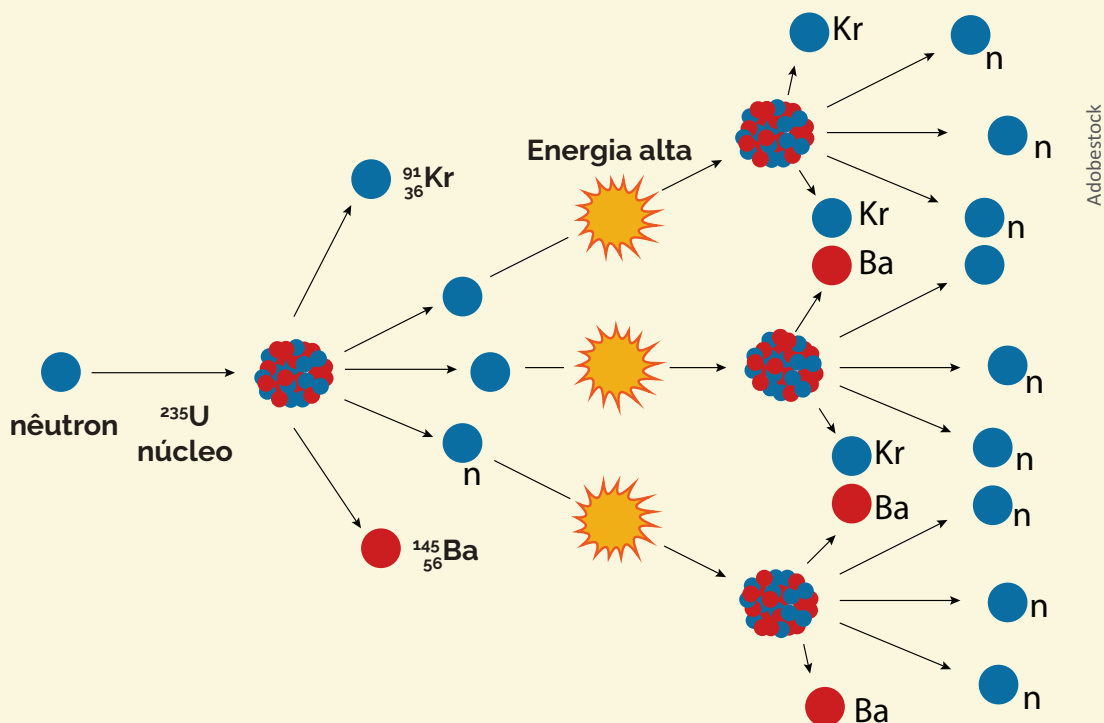
Poder de penetração das radiações em diferentes materiais



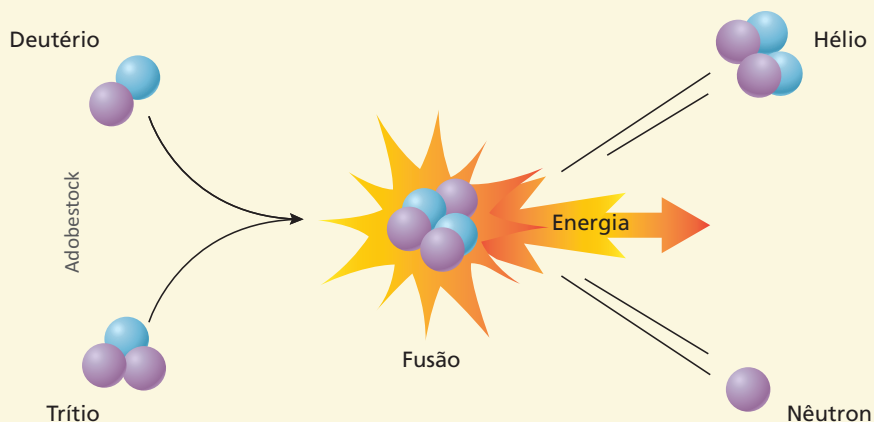
Radiação gama (γ)

Por se tratar de ondas eletromagnéticas, elas acabam sendo emitidas junto com as partículas α e β .

- **Tempo de meia-vida:** tempo necessário para que a amostra radioativa se reduza pela metade.
- **Séries radioativas:** Quando um núcleo instável faz várias emissões para ficar estável, ele passou por uma série de desintegração nuclear. Na natureza ocorrem três dessas séries: do urânio-238 para o chumbo-206; urânio-235 para chumbo-207; e tório-232 para chumbo-206.
- **Fissão nuclear:** processo no qual o núcleo de um átomo pesado e instável se divide em dois ou mais fragmentos, gerando uma reação em cadeia e liberando uma grande quantidade de energia.



- **Fusão nuclear:** processo no qual um núcleo de dois ou mais átomos leves se unem formando um único núcleo mais pesado. Esse processo ocorre naturalmente no interior das estrelas, como o Sol, onde altas temperaturas e pressão forçam os choques entre os átomos.



Avalie o que aprendeu

1. (Puccamp) A datação por radiocarbono utiliza o isótopo 14 do carbono, $^{14}_6\text{C}$. Esse isótopo, ao sofrer decaimento, emite uma partícula beta ($^0_{-1}\beta$) para formar um novo elemento de número atômico __I__ e número de massa __II__.

As lacunas I e II são preenchidas, correta e respectivamente, por:

- 5 e 13
- 6 e 14
- 7 e 13
- 7 e 14
- 6 e 12

2. (Enem) Com a descoberta de emissões de energia do rádio-226, por Marie Curie e Pierre Curie, o fenômeno foi denominado radiação α (alfa) ou emissão α . Posteriormente, verificou-se que a emissão α na verdade são partículas correspondentes a núcleos de hélio formados por dois prótons e dois nêutrons. Assim, no decaimento α , um núcleo instável emite partículas α , tornando-se um núcleo mais estável (núcleo filho).

Se um núcleo de rádio-226 emitir duas partículas α , o número de massa do núcleo filho será:

- 226.
- 224.
- 222.
- 220.
- 218.

3. (UFGD) A charge a seguir ilustra o conflito geopolítico, instaurado pela guerra na Ucrânia, que opõe interesses de grandes potências econômicas e nucleares. Nesse conflito emerge, como nova e crescente preocupação internacional, a segurança das usinas nucleares, devido ao potencial catastrófico de um eventual ataque militar a tais instalações.



Disponível em: <https://files.ufgd.edu.br/arquivos/arquivos/78/LICENCIATURA-EM-EDUCACAO-DO-CAMPO-PSLEDUC/PSLEDUC%20-%202023/Caderno%20de%20Provas%20-%20PSV-2023.pdf>

Sabe-se que, no processo de geração de energia elétrica por meio de usinas nucleares, utiliza-se, em geral, o combustível nuclear físsil isótopo de Urânio-235. Considerando-se que esse isótopo sofre fissão de acordo com a seguinte equação:



A = massa atômica | Z = número atômico | n = nêutron

Qual o número de nêutrons do nuclídeo ${}_Z^AX$?

- a) 235 nêutrons.
- b) 141 nêutrons.
- c) 92 nêutrons.
- d) 85 nêutrons.
- e) 54 nêutrons.

4. (UECE) A desintegração radioativa que ocorre observando as leis de Frederic Soddy (1877 – 1956) e Kasimierz Fajans (1887 – 1975), iniciando com ${}_{92}\text{U}^{235}$ e finalizando em ${}_{82}\text{Pb}^{207}$, emite:

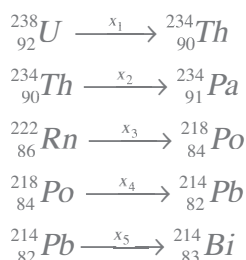
- a) 7 partículas alfa e 4 partículas beta.
- b) 8 partículas alfa e 7 partículas beta.
- c) 7 partículas alfa e 2 partículas beta.
- d) 8 partículas alfa e 4 partículas beta.

5. (UECE) O iodo-131 radioativo, utilizado em Medicina Nuclear para exames de tireoide, possui meia-vida de 8 dias. A partir de uma amostra contendo 4,0 g do iodo-131 aplicada em um paciente, é correto afirmar que após 40 dias, a quantidade, em gramas, dessa substância radioativa que restará será igual a:

- a) 0,250.
- b) 0,125.
- c) 0,400.
- d) 0,175.

6. (IME-adaptada) Considere a representação simplificada dos seguintes decaimentos radioativos conhecidos:

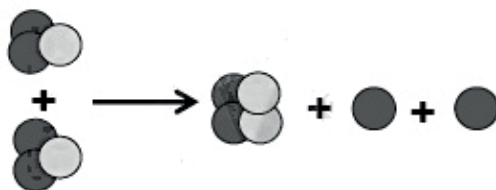
Dados: U = urânio; Th = tório; Pa = protactínio; Rn = radônio; Po = polônio; Pb = chumbo; Bi = bismuto



Com relação aos decaimentos acima, é possível afirmar que:

- a) o tório emite radiação alfa.
- b) o radônio emite radiação alfa.
- c) o urânio emite somente radiação gama.
- d) o chumbo emite somente radiação gama.
- e) somente o polônio emite radiação beta.

7. (Unicamp) Um filme de ficção muito recente destaca o isótopo ${}^3_2\text{He}$, muito abundante na Lua, como uma solução para a produção de energia limpa na Terra. Uma das transformações que esse elemento pode sofrer, e que justificaria seu uso como combustível, está esquematicamente representada na reação abaixo, em que o ${}^3_2\text{He}$ aparece como reagente.



Disponível em: <http://www.comvest.unicamp.br/wp-content/uploads/2017/02/f12017SW.pdf>

De acordo com esse esquema, pode-se concluir que essa transformação, que liberaria muita energia, é uma:

- a) fissão nuclear, e, no esquema, as esferas mais escuras representam os nêutrons e as mais claras os prótons.

- b) fusão nuclear, e, no esquema, as esferas mais escuras representam os nêutrons e as mais claras os prótons.
- c) fusão nuclear, e, no esquema, as esferas mais escuras representam os prótons e as mais claras os nêutrons.
- d) fissão nuclear, e, no esquema, as esferas mais escuras são os prótons e as mais claras os nêutrons.

8. (EsPCEx) O radioisótopo cobalto-60 ($^{60}_{27}\text{Co}$) é muito utilizado na esterilização de alimentos, no processo a frio. Seus derivados são empregados na confecção de esmaltes, materiais cerâmicos, catalisadores na indústria petrolífera nos processos de hidrodessulfuração e reforma catalítica. Sabe-se que este radioisótopo possui uma meia-vida de 5,3 anos.

Considerando os anos com o mesmo número de dias e uma amostra inicial de 100 g de cobalto-60, após um período de 21,2 anos, a massa restante desse radioisótopo será de:

- a) 6,25 g
- b) 10,2 g
- c) 15,4 g
- d) 18,6 g
- e) 24,3 g

9. (UERN) No dia 26 de março deste ano, completou 60 anos que foi detonada a maior bomba de hidrogênio. O fato ocorreu no arquipélago de *Bikini* – Estados Unidos, em 1954. A bomba nuclear era centenas de vezes mais poderosa que a que destruiu *Hiroshima*, no Japão, em 1945. Sobre esse tipo de reação nuclear, é correto afirmar que:

- a) é do tipo fusão.
- b) é do tipo fissão.
- c) ocorre emissão de raios alfa.
- d) ocorre emissão de raios beta.

10. (Enem) Embora a energia nuclear possa ser utilizada para fins pacíficos, recentes conflitos geopolíticos têm trazido preocupações em várias partes do planeta e estimulado discussões visando o combate ao uso de armas de destruição em massa. Além do potencial destrutivo da bomba atômica, uma grande preocupação associada ao emprego desse artefato bélico é a poeira radioativa deixada após a bomba ser detonada. Qual é o processo envolvido na detonação dessa bomba?

- a) Fissão nuclear do urânio, provocada por nêutrons.
- b) Fusão nuclear do hidrogênio, provocada por prótons.
- c) Desintegração nuclear do plutônio, provocada por elétrons.
- d) Associação em cadeia de chumbo, provocada por pósitrons.
- e) Decaimento radioativo do carbono, provocado por partículas beta.



Acelere o Saber

mais

CIÊNCIAS DA NATUREZA

MÓDULO 3

BIOLOGIA

Gregor Mendel, pai da genética, estudou a reprodução de ervilhas para desenvolver suas teorias.

Capítulo 1

Genética

Os estudos de genética foram e são essenciais para as descobertas no tratamento de doenças hereditárias e no desenvolvimento de vacinas e terapias, por exemplo. Mas a genética também está presente em situações mais comuns do cotidiano, como na gestação de um ser vivo, em que características hereditárias são passadas de pais para filhos.

Estes estudos se aprimoram com o passar do tempo, possibilitando novas descobertas e novas aplicações na medicina e na sociedade como um todo.

- **Quais outras aplicações da genética são importantes na área da saúde?**

Os estudos sobre hereditariedade

A palavra **gene** foi usada pela primeira vez em 1909, para descrever as unidades individuais de hereditariedade descobertas anteriormente por Gregor Mendel. A partir disso, esse conceito nunca parou de ser estudado e enriquecido. Atualmente, entendemos como gene os pequenos segmentos de DNA que podem ser transcritos em moléculas de RNA.

Porém, os estudos sobre **hereditariedade** começaram há muito mais tempo, quando cientistas tentavam compreender e explicar as semelhanças entre pais e filhos. Uma das primeiras teorias sobre o assunto ficou conhecida como “teoria da pré-formação”, que sugeria que organismos vivos já existiam de forma completa e em miniatura dentro das estruturas reprodutivas, como os ovócitos ou espermatozoides. Em meados de 1856, o monge biólogo Gregor Mendel (1822-1884), que ficaria conhecido como pai da genética, iniciou seus estudos sobre hereditariedade.

Para realizar seus experimentos, Mendel escolheu ervilhas da espécie *Pisum sativum*, já que são plantas de fácil cultivo, apresentam características simples para observação (apenas duas variações de cores para as sementes ou para a vagem, por exemplo) e produzem muitos descendentes, além de a flor ser hermafrodita e se reproduzir por **autofecundação**.



Adobestock

Gregor Mendel (1809-1882) ficou conhecido como pai da genética devido seus estudos e publicações sobre o assunto.



Adobestock

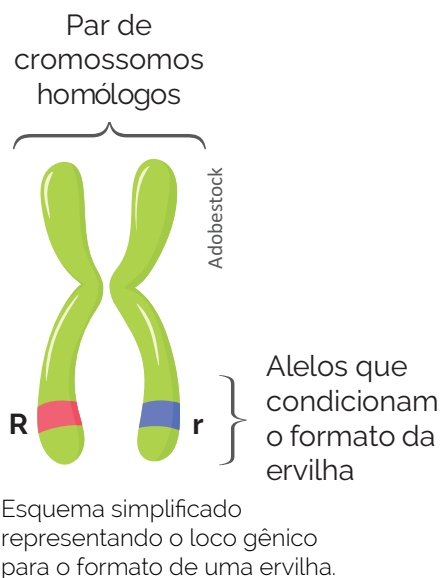
A planta da espécie *Pisum sativum* foi a escolhida por Mendel para realizar suas pesquisas.

Autofecundação:

a parte masculina da flor produz gametas que podem fecundar a parte feminina da mesma flor.

É importante destacar que, para explicar os estudos de Mendel, muitos dos conceitos abordados atualmente ainda não eram conhecidos na época. Em genética, por exemplo, chamamos de **caráter** as particularidades ou características de um indivíduo. Atualmente, sabemos que o material genético, que ainda não era conhecido como **DNA**, pode estar organizado na forma de **cromossomos**. Nas células somáticas diploides, os cromossomos são encontrados aos pares, e cada par é formado por cromossomos **homólogos**. Neles, o local ocupado por cada gene é conhecido como **loco gênico** (ou *locus*; plural, *loci*), em que cada variante recebe o nome de **alelo**.

Na ilustração a seguir, temos um exemplo de como esses conceitos estão relacionados. No par de cromossomos homólogos representados, os genes atuam nas mesmas características (forma da semente da ervilha), mas cada gene pode apresentar diferentes alelos: em um cromossomo pode haver um alelo do gene para o formato liso da semente (representado pelo alelo **R**), e no loco correspondente do outro cromossomo homólogo pode haver um alelo que determina a forma da semente (indicado pelo alelo **r**).



Os experimentos de Mendel

Para testar suas hipóteses, Mendel estudou um caráter por vez e, para isso, precisou observar os resultados da autofecundação dos vegetais durante várias gerações, até identificar as plantas que seriam **puras**, ou seja, que produziram descendentes apenas com as mesmas características.

Depois de selecionar duas linhagens puras, cada uma determinando uma variação diferente para a mesma característica, Mendel as cruzou para observar como ocorreria a hereditariedade. Para observar o caráter da cor das sementes, por exemplo, a **geração parental** ou **P** era composta por uma planta que produzia gametas que geravam apenas sementes amarelas (**VV**) e por uma planta com gametas que produziam apenas sementes verdes (**vv**).

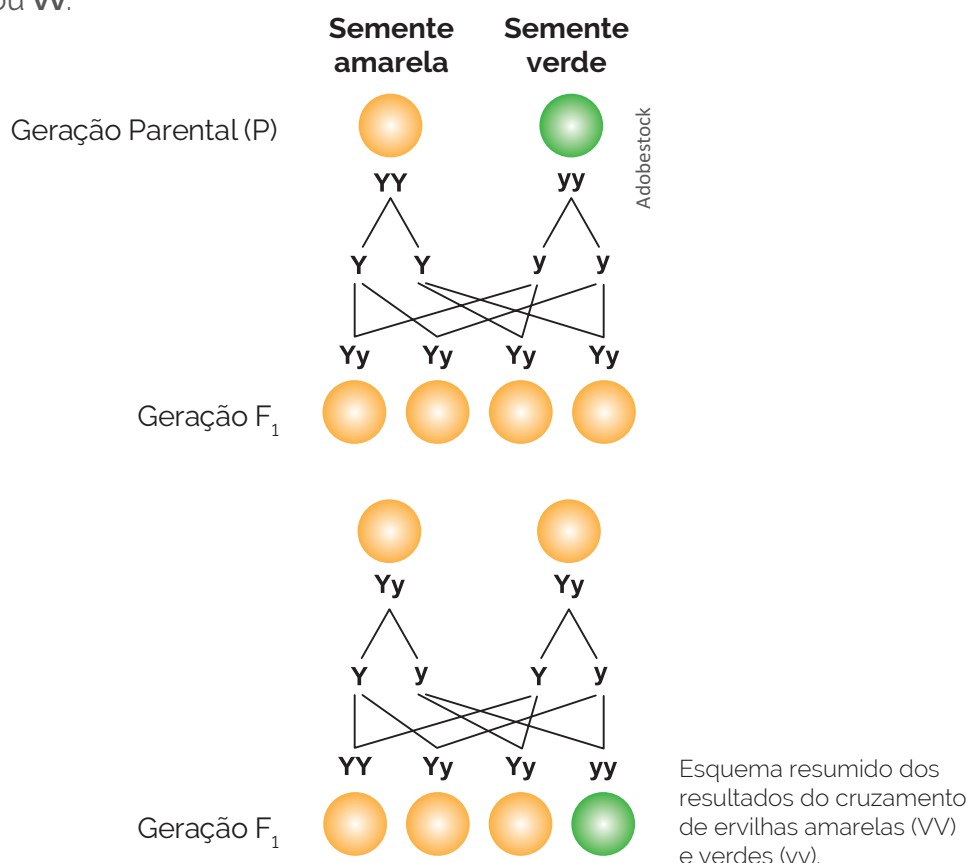
Os descendentes da geração parental, chamada **geração F₁**, produziam apenas sementes amarelas. Mendel, então, chamou esses indivíduos de **híbridos**, já que eram descendentes de uma geração com características diferentes, mas ainda não conseguia compreender o porquê de nenhuma das plantas produzir sementes verdes.



Flor da planta da ervilha estudada por Mendel.

Porém, quando as plantas da geração F_1 realizaram a autofecundação, os resultados obtidos na **geração F_2** foram diferentes. Aproximadamente 75% (ou $\frac{3}{4}$) das sementes eram amarelas, enquanto 15% (ou $\frac{1}{4}$) eram verdes, ou seja, uma proporção média de 3 sementes amarelas para cada 1 semente verde. Mendel então concluiu que o fator que determinava a cor das sementes verdes não havia desaparecido, apenas não havia se manifestado na geração F_1 .

Ao observar os resultados da geração F_2 , Mendel considerou que, para a característica das cores das sementes, o “fator” que determinava a cor amarela era um alelo **dominante** (V), enquanto o fator para a cor verde era **recessivo** (v). Isso significa que, quando o indivíduo for **heterozigoto** (Vv), a cor da semente será determinada pelo alelo dominante, portanto, a semente será amarela. Os indivíduos também podem ser **homozigotos dominantes** (VV) ou **homozigotos recessivos** (vv). Desta forma, as cores das sementes das ervilhas poderiam apresentar dois **fenótipos**, verde ou amarela, mas três **genótipos**: **VV**, **Vv** ou **vv**.

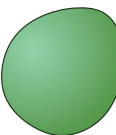
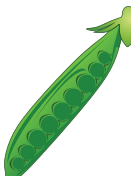


Fenótipo: nome dado ao conjunto de características internas e externas de um ser vivo. O fenótipo é determinado pela expressão do genótipo com a interação do ambiente. No caso das cores das sementes das ervilhas, por exemplo, o fenótipo será a expressão do genótipo, ou seja, verde ou amarela.

Genótipo: nome dado ao conjunto de genes que um indivíduo possui em suas células. No caso das cores das sementes, os genótipos podem ser **VV**, **Vv** ou **vv**.

Primeira lei de Mendel

Além das cores das sementes, Mendel observou outras seis características. Em todas elas, havia uma dominante e outra recessiva, além de que os resultados eram sempre semelhantes: ao cruzar uma geração parental pura, a geração F_1 apresentava a característica dominante e a geração F_2 apresentava uma proporção média de 3 dominantes para 1 recessivo. Veja, a seguir, as características que Mendel estudou.

	Tamanho da planta	Posição da flor	Cor da flor	Cor da vagem	Forma da vagem	Cor da semente	Forma da semente
Característica recessiva	 Alta	 Axial	 Roxa	 Verde	 Lisa	 Amarela	 Lisa
Característica dominante	 Baixa	 Terminal	 Branca	 Amarela	 Ondulada	 Verde	 Rugosa

Adobestock

Características da ervilha *Pisum sativum* estudadas por Mendel.

Mendel, então, chegou a algumas conclusões. Usaremos a forma da semente das ervilhas para exemplificar cada uma delas.

- **Cada característica é determinada por pares de fatores:** a forma das sementes da ervilha pode ser determinada por três combinações possíveis: dois fatores para lisa (RR), dois fatores para rugosa (rr) e um fator de cada tipo (Rr).
- **Há dominância e recessividade dos fatores e das características:** a característica de forma lisa é dominante, enquanto a rugosa é recessiva.
- **Os pares de fatores se segregam durante a formação dos gametas:** durante o cruzamento, cada indivíduo contribui com apenas um fator de cada par.

A partir destas conclusões foi proposta a **primeira lei de Mendel**, também conhecida como **lei do monoibridismo** ou princípio da segregação dos fatores. O enunciado desta lei pode ser apresentado da seguinte forma:

Primeira lei de Mendel

Cada característica é determinada por pares de fatores que se segregam durante a formação dos gametas, resultando em uma herança independente.

Cruzamento-teste

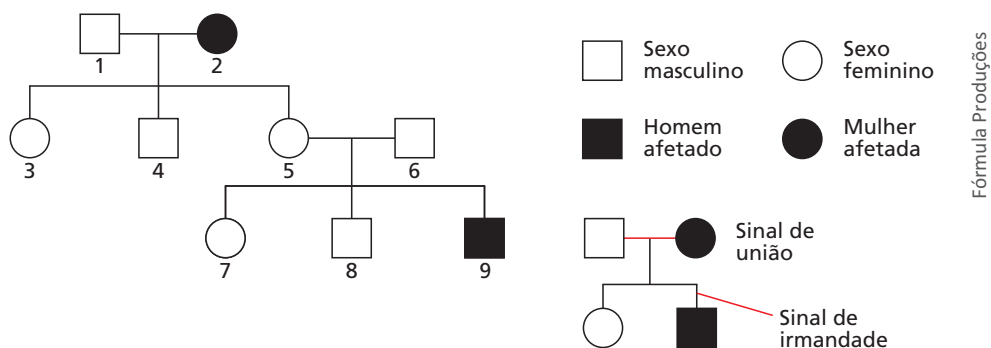
Um indivíduo com fenótipo dominante pode apresentar tanto um genótipo homozigoto dominante quanto um genótipo heterozigoto. Todavia, às vezes, sabe-se que um indivíduo apresenta um fenótipo dominante, mas não se tem certeza do seu genótipo. Esse problema pode ser resolvido através do cruzamento-teste, que consiste em cruzar tal indivíduo com outro homozigoto recessivo e observar a proporção fenotípica dos descendentes.

Heredogramas

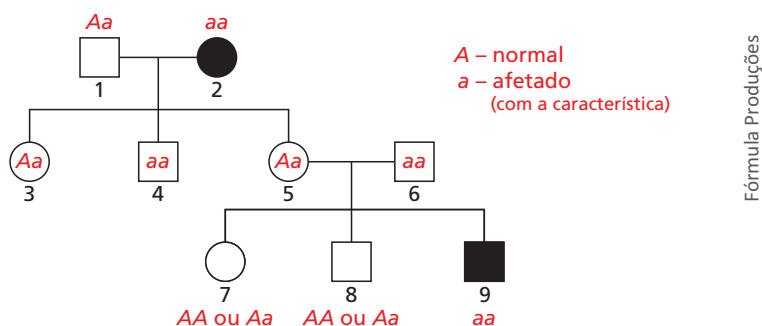
Muitas vezes é impossível determinar quais dois alelos de um gene estão presentes dentro dos cromossomos de um indivíduo com base apenas na aparência externa desse organismo. No entanto, um alelo que está oculto pode ser transmitido para os descendentes e se manifestar em uma geração posterior. Por isso o levantamento de casos em uma família e a confecção de um **heredograma** ou **genealogia** pode ajudar o estudo do caráter.

Ao montar um heredograma, é possível representar as pessoas da família, as que têm ou não o gene de tal característica e prever a possibilidade dessa característica se manifestar nas gerações seguintes.

Em uma genealogia, os símbolos que usamos são:



Observe na genealogia que a mulher 2 é afetada por uma característica que desaparece na geração seguinte e volta a aparecer no indivíduo 9. Isso significa que a herança dessa característica é recessiva, e os indivíduos 5 e 6 são heterozigotos em relação a ela. Com os genótipos é fácil entender.



A medida da probabilidade é determinada pelo número de vezes que um certo evento acontece, dividido pelo total de eventos possíveis. Vejamos um exemplo: uma moeda tem duas faces, cara e coroa. Ao lançarmos para o alto uma moeda, poderemos observar, quando ela cair, dois eventos distintos: a face cara ficar para cima, ou a face coroa ficar para cima. Qual é a probabilidade, ao lançarmos uma moeda, obtermos a face cara? Nesse caso, consideramos a ocorrência da face cara como o evento favorável, com um total de dois eventos possíveis (face cara ou face coroa).

Portanto, temos:

$$\text{Probabilidade de aparecer a face coroa} = \frac{1 \text{ evento favorável}}{2 \text{ eventos favoráveis}}$$

A probabilidade é de $1/2$, ou seja, de cada dois eventos possíveis, um deles é favorável.

Há diversas formas de se expressar uma probabilidade. No exemplo citado, a probabilidade de $1/2$ é igual a 0,5. Também se pode usar porcentagem, bastando, para isso, multiplicarmos por 100 o valor decimal obtido.

$$P(\text{cara}) = 1/2 = 0,5 \cdot 100 = 50\%$$

No lançamento de um dado, qual é a probabilidade de sair a face 5? Nesse caso, em um total de 6 eventos possíveis, consideramos favorável apenas um deles, o aparecimento da face 5.

$$P(5) = 1/6 = 0,1666 \cdot 100 = 16,666\%$$

Eventos mutuamente exclusivos ou independentes

Os eventos **mutuamente exclusivos** são aqueles que não podem ocorrer ao mesmo tempo. Por exemplo, ao lançar um dado, os eventos "obter um número par" e "obter um número ímpar" são mutuamente exclusivos.

Já os **eventos independentes** são aqueles em que o resultado de um evento não afeta o resultado do outro. Por exemplo, se lançarmos um dado duas vezes, o resultado do primeiro lançamento não afeta o resultado do segundo, tornando os lançamentos independentes.

A partir da característica do evento, em probabilidade se aplicam duas regras: **adição** e **multiplicação**. A regra da adição afirma que a probabilidade de ocorrer pelo menos um de dois eventos mutuamente exclusivos é a soma das probabilidades individuais desses eventos. Por exemplo, se a probabilidade de chover em um dia é 0,4 e a probabilidade de nevar no mesmo dia é 0,2, então a probabilidade de chover ou nevar é $0,4 + 0,2 = 0,6$. Já a regra da multiplicação afirma que a probabilidade de dois ou mais eventos independentes ocorrerem juntos é o produto das probabilidades individuais desses eventos. Por exemplo, se a probabilidade de escolher uma carta de baralho vermelha é $1/2$ e a probabilidade de escolher um número par é $1/3$, então a probabilidade de escolher uma carta de baralho vermelha e um número par é $(1/2) \times (1/3) = 1/6$.

Regra da adição ou regra do “ou” aplicada à genética

Em genética, a regra da adição pode ser aplicada para calcular probabilidades de eventos mutuamente exclusivos, como a herança de traços específicos. Com o uso dessa regra, os geneticistas podem, por exemplo, prever os padrões de herança e fazer estimativas sobre a distribuição de características genéticas em uma população.

Vamos considerar um exemplo simples: a cor dos olhos em humanos, que pode ser dominante (**A**) ou recessiva (**a**). Se um indivíduo heterozigoto para esse traço (**Aa**) se reproduzir com outro indivíduo heterozigoto (**Aa**), qual é a probabilidade de ter um descendente com olhos dominantes (**A**)?

Evento 1: Descendente herda um alelo **A** do pai.

Evento 2: Descendente herda um alelo **A** da mãe.

Os eventos 1 e 2 são mutuamente exclusivos, já que um descendente não pode herdar um alelo **A** do pai e da mãe ao mesmo tempo.

A probabilidade do Evento 1 ocorrer é $1/2$ (já que o pai contribui com um alelo **A** ou **a**).

A probabilidade do Evento 2 ocorrer é $1/2$ (já que a mãe também contribui com um alelo **A** ou **a**).

De acordo com a regra da adição, a probabilidade de pelo menos um dos eventos ocorrer (ou seja, o descendente herdar olhos dominantes) é a soma das probabilidades individuais:

Probabilidade de olhos dominantes (**A**):

$$P(\text{Evento 1}) + P(\text{Evento 2}) = 1/2 + 1/2 = 1.$$

Portanto, há uma probabilidade de 1 (ou 100%) de que o descendente tenha olhos dominantes (**A**) nesse cruzamento.

Regra da multiplicação ou regra do “e” aplicada à genética

Em genética, a regra da multiplicação é aplicada para calcular as probabilidades de combinações específicas de genótipos resultantes de cruzamentos genéticos. Ao aplicar essa regra, os geneticistas podem, por exemplo, prever a frequência esperada de diferentes genótipos em populações, o que auxilia na compreensão dos padrões de herança e na determinação das probabilidades de ocorrência de traços específicos em descendentes.

Vamos considerar um exemplo envolvendo o cruzamento de ervilhas e as cores das sementes. Suponha que uma planta heterozigota para a cor das sementes (**Aa**) seja cruzada com outra planta heterozigota (**Aa**).

Evento 1: Descendente herda um alelo **A** do pai.

Evento 2: Descendente herda um alelo **A** da mãe.

Os eventos 1 e 2 são independentes, porque o resultado do primeiro evento não afeta o resultado do segundo.

A probabilidade do Evento 1 ocorrer (herdar alelo **A** do pai) é $1/2$ (já que o pai contribui com um alelo A ou a).

A probabilidade do Evento 2 ocorrer (herdar alelo **A** da mãe) é $1/2$ (já que a mãe também contribui com um alelo A ou a).

De acordo com a regra da multiplicação, a probabilidade de ambos os eventos ocorrerem (ou seja, o descendente herdar um alelo A de ambos os pais) é o produto das probabilidades individuais:

Probabilidade de herdar alelo **A** de ambos os pais:

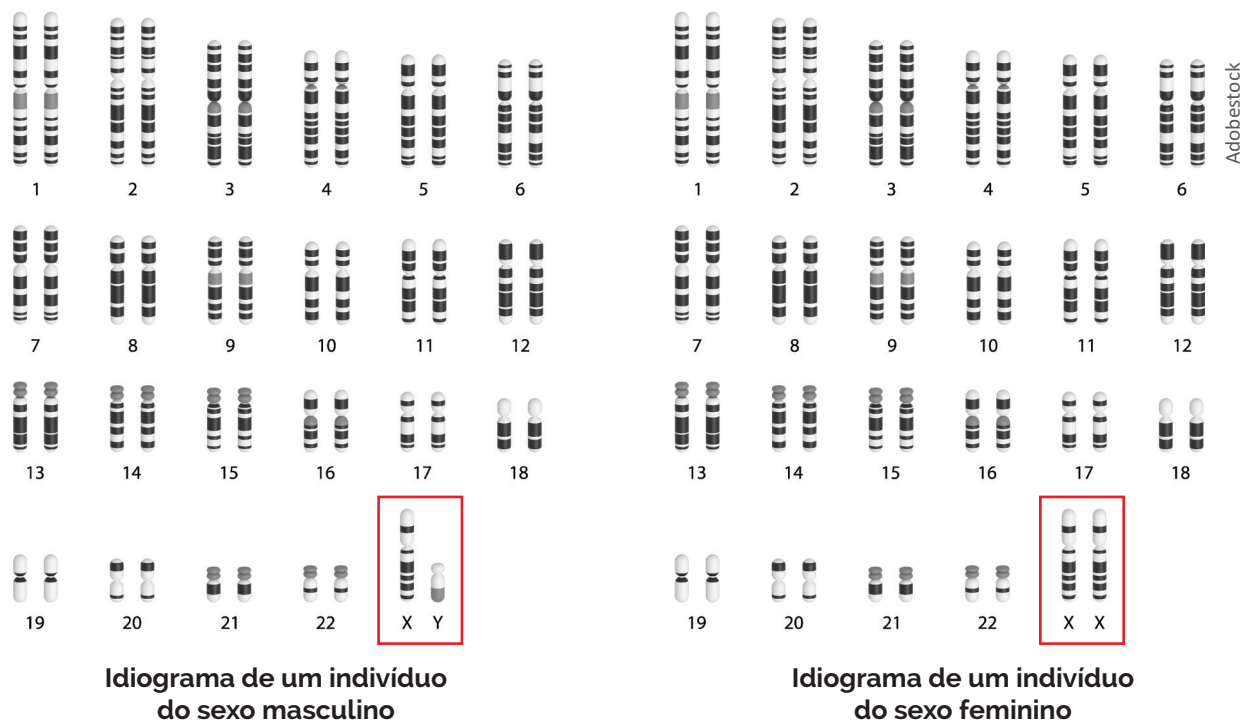
$$P(\text{Evento 1}) \times P(\text{Evento 2}) = 1/2 \times 1/2 = 1/4.$$

Portanto, a probabilidade de um descendente herdar um alelo **A** de ambos os pais é $1/4$ (ou 25%) nesse cruzamento.

Heranças relacionadas ao sexo

Nos seres humanos, os cromossomos sexuais são aqueles que determinam o sexo biológico do indivíduo. No sistema conhecido como **XY**, os indivíduos de sexo feminino apresentam um par de cromossomos sexuais iguais (**XX**), enquanto os indivíduos do sexo masculino apresentam um cromossomo **X** e um **Y** (**XY**).

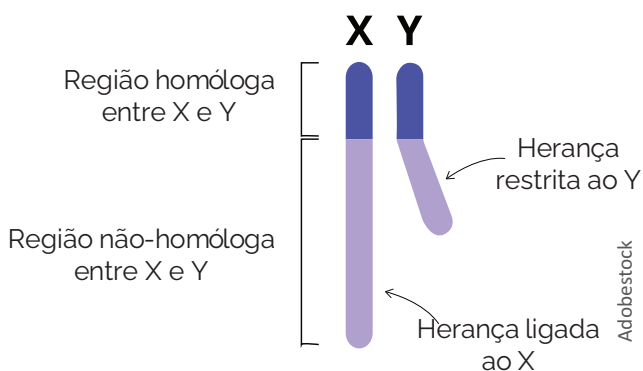
Neste sistema, os machos produzem os dois gametas: **X** e **Y** e as fêmeas produzem apenas o gameta **X**. Sendo assim, o sexo dos descendentes é determinado pelo gameta masculino, que se unirá ao gameta feminino.



Esquema demonstrando o idiograma de um indivíduo do sexo masculino e outro do sexo feminino.

Note que os cromossomos sexuais **X** e **Y** possuem tamanhos diferentes. Desta forma, quando emparelhados, podem se diferenciar em duas regiões: a **homóloga**, em que há o emparelhamento entre os cromossomos; e a região **não homóloga**, onde não há o emparelhamento.

Mutações na região não homóloga do cromossomo X podem estar ligadas a **heranças ligadas ao sexo**, e expressam-se fenotipicamente com maior frequência em indivíduos do sexo masculino, pois é necessária a presença de apenas um alelo para manifestar a condição, enquanto nos indivíduos do sexo feminino a condição se manifesta apenas em casos de homozigose recessiva. Alguns exemplos de **herança ligada ao X** são:



Esquema demonstrando como ocorre o emparelhamento dos cromossomos sexuais X e Y.

Daltonismo: os indivíduos acometidos por essa condição têm dificuldades em enxergar determinadas cores. Em uma das formas do daltonismo, o indivíduo apresenta ausência ou deficiência na produção de cones para distinção da cor verde, sendo esta condição provocada pelo alelo recessivo **d** ligado ao sexo, veja a seguir:

Indivíduos do sexo masculino		Indivíduos do sexo feminino	
Genótipo	Fenótipo	Genótipo	Fenótipo
$X^D Y$	Visão normal	$X^D X^D$	Visão normal
$X^d Y$	Daltônico	$X^D X^d$	Visão normal, porém portadora do alelo para daltonismo
		$X^d X^d$	Daltônica

- **Hemofilia:** os indivíduos acometidos pela hemofilia apresentam problemas na coagulação sanguínea, portanto, pequenos machucados podem causar uma grande hemorragia, por exemplo. A **hemofilia A**, o tipo mais comum desta doença, ocorre devido a presença do alelo recessivo **h** ligado ao sexo, veja a seguir.

Indivíduos do sexo masculino		Indivíduos do sexo feminino	
Genótipo	Fenótipo	Genótipo	Fenótipo
$X^H Y$	Coagulação normal	$X^H X^H$	Coagulação normal
$X^h Y$	Hemofílico	$X^H X^h$	Coagulação normal, porém portadora do alelo para hemofilia
		$X^h X^h$	Hemofílica

Já as mutações na região não homóloga do cromossomo Y estão relacionadas a **heranças restritas ao sexo**, ou seja, expressam-se apenas em indivíduos do sexo masculino, já que os genes do cromossomo Y estão relacionados à formação e funcionamento dos testículos. Um exemplo de **herança restrita ao Y** é a **hipertricose**, em que os indivíduos acometidos pela condição apresentam excesso de pelos em todo o corpo.

Herança dos grupos sanguíneos

Normalmente, para cada locus gênico, há dois alelos diferentes que podem ser encontrados. Eventualmente, um locus pode ser ocupado, alternativamente, por séries de três ou mais alelos diferentes. São os chamados **alelos múltiplos**, e o padrão de herança que eles determinam é a **polialelia**.

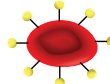
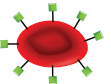
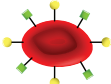
Um exemplo bem conhecido de polialelia é a determinação da cor da pelagem em coelhos. Na espécie humana, temos o sistema ABO dos grupos sanguíneos, que é determinado por três alelos.

Sistema ABO

Nos seres humanos, o sistema **ABO** classifica os quatro diferentes tipos sanguíneos em: **A**, **B**, **AB** e **O**, que são determinadas por três alelos (I^A , I^B e i) que aparecem aos pares nos indivíduos diploides. Pessoas do grupo sanguíneo **A** são aquelas que apresentam um **antígeno** chamado **aglutinogênio A** na membrana das hemácias; as pessoas do grupo B, apresentam o **aglutinogênio B**; as do grupo **AB** apresentam os dois antígenos (A e B); e as do grupo **O** não apresentam antígenos A ou B em suas hemácias.

Antígeno: substância ou agente que é reconhecido como um "corpo estranho" pelo sistema imunológico, ocasionando uma resposta imune no organismo.

A produção dos aglutinogênios é condicionada pelos alelos. O alelo i é recessivo em relação aos alelos I^A e I^B , dessa forma, pessoas com o genótipo $I^A I^A$ ou $I^A i$ apresentam o tipo sanguíneo **A**, já que produzem **aglutinogênio A**; as que possuem o genótipo $I^B I^B$ ou $I^B i$, apresentam o tipo sanguíneo **B**, já que produzem **aglutinogênio B**; já aquelas que possuem os alelos $I^A I^B$, o fenótipo é o grupo sanguíneo **AB**, pois ocorre codominância entre os dois alelos. Por fim, quando o alelo i aparece ao par (ii), o indivíduo apresenta o grupo sanguíneo **O**.

	O	A	B	AB
Tipo de hemácia				
Aglutinina (anticorpo)	 anti-A e anti-B	 anti-B	 anti-A	não há
Aglutinogênio (antígeno)	não há	 antígeno A	 antígeno B	
Genótipo	ii (OO)	$I^A I^A$ (AA) $I^A i$ (AO)	$I^B I^B$ (BB) $I^B i$ (BO)	$I^A I^B$ (AB)

Adobestock

Grupos sanguíneos do sistema ABO e seus respectivos tipos de hemácia, aglutininas, antígenos e genótipos.

Sistema Rh

O sistema Rh segue a mesma lógica do sistema ABO. O antígeno Rh, também chamado de antígeno D, pode ou não estar presente nas membranas das hemácias. Se estiver presente, a pessoa é classificada como Rh positivo. Pessoas Rh positivo não têm anticorpos contra o antígeno Rh.

Por outro lado, se a pessoa não expressar o antígeno Rh nas membranas das hemácias, ela é classificada como Rh negativo. Pessoas Rh negativos também não possuem anticorpos contra o antígeno Rh, mas podem desenvolvê-los, caso sejam expostos a sangue Rh+.

Fenótipo	Genótipo	Aglutinogênios (antígeno) nas hemácias
Rh+	RR ou Rr	Presente
Rh-	rr	Ausente

Determinação genética para o sistema Rh

O alelo R determina a produção do fator Rh e o alelo r determina a ausência do fator Rh, havendo entre eles uma relação de dominância completa: $R > r$.

Genótipos	Fenótipos
RR	Rh positivo
Rr	Rh positivo
rr	Rh negativo

Resumo

Para cada gene existe uma cópia — **alelo** — em cada um dos cromossomos homólogos. Dessa maneira, é possível definir **alelos** como as diferentes formas de um gene. Isso significa que cada **alelo** pode conter uma informação alternativa para a mesma característica, por exemplo, cabelo liso e cabelo ondulado. Geralmente, apenas um deles se expressa.

Na formação dos gametas humanos, os cromossomos homólogos se separam, de forma que cada gameta recebe um único alelo para cada característica.

Quando, em um indivíduo, os alelos de um gene são idênticos entre si, eles estão em **homozigose** e o indivíduo é chamado **homozigótico** ou **puro**. Um indivíduo homozigótico para uma característica é representado por um par de letras iguais, ambas maiúsculas ou minúsculas: **AA**, **aa**.

Quando, em um indivíduo, os alelos de um gene são diferentes, eles estão em **heterozigose** e o indivíduo é chamado **heterozigótico** ou **híbrido**. Um indivíduo heterozigótico para uma característica é representado por um par da mesma letra, sendo uma maiúscula e outra minúscula: **Aa**.

Primeira lei de Mendel

Cada característica é determinada por pares de fatores que se segregam durante a formação dos gametas, resultando em uma herança independente.

Genótipo é o conjunto de genes que um indivíduo possui em suas células. No caso das cores das sementes, os genótipos podem ser **VV**, **Vv** ou **vv**.

Fenótipo é o conjunto de características internas e externas de um ser vivo. O fenótipo é determinado pela expressão do genótipo com a interação do ambiente. No caso das cores das sementes das ervilhas, por exemplo, o fenótipo será a expressão do genótipo, ou seja, verde ou amarela.

As **genealogias** ou **heredogramas** são representações gráficas que permitem estudar a transmissão de determinado caráter ao longo de várias gerações de indivíduos aparentados entre si.

Nos seres humanos, o sistema **ABO** classifica os quatro diferentes tipos sanguíneos em: **A**, **B**, **AB** e **O**, que são determinadas por três alelos (**I^A**, **I^B** e **i**) que aparecem aos pares nos indivíduos diploides.

Para a determinação do **fator Rh**, o alelo **R** determina a produção do fator Rh e o alelo **r** determina a ausência do fator Rh, havendo entre eles uma relação de dominância completa: $R > r$.

Avalie o que aprendeu

1. (FCC-SP) Dizemos que um determinado gene é recessivo quando sua expressão (fenótipo):

- a) só acontece em heterozigose.
- b) só ocorre quando em dose dupla.
- c) independe da presença de seu alelo.
- d) depende de características congênitas.
- e) reproduz uma característica provocada pelo ambiente.

2. Os termos a seguir fazem parte da nomenclatura genética básica. Assinale as alternativas que trazem o significado correto de cada um desses termos:

- 01. Gene é sinônimo de molécula de DNA.
- 02. Genótipo é a constituição genética de um indivíduo.
- 04. Dominante é um dos membros de um par de alelos que se manifesta inibindo a expressão do outro.
- 08. Fenótipo é a expressão do gene em determinado ambiente.
- 16. Genoma é o conjunto de todos os alelos de um indivíduo.

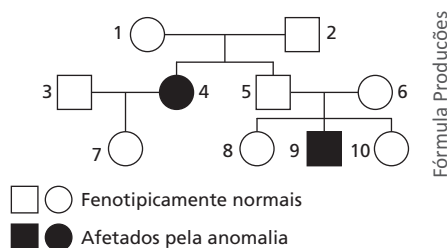
Some o número dos itens corretos.

3. (UFRGS) Na espécie de abóbora *Cucurbita pepo*, a forma do fruto pode ser esférica ou discoide e pode também ocorrer uma variação na cor, apresentando cor de abóbora ou branco-amarelada. O cruzamento de plantas que têm frutos de forma esférica e cor de abóbora, com plantas de frutos de forma discoide e cor branco-amarelada, resultou em uma F_1 com o fenótipo discoide e cor de abóbora. O cruzamento das plantas da geração F_1 produziu uma F_2 com 224 indivíduos, com os seguintes fenótipos: 126 discoides e cor-de-abóbora; 42 discoides e cor branco-amarelada; 40 esféricas e cor-de-abóbora; 16 esféricas e branco-amarelada.

Considerando a proporção fenotípica em F_2 , é correto afirmar que:

- a) as proporções de cor e de forma dos frutos obtidos indicam que existem alelos múltiplos para cada uma das características no genoma da planta.
- b) os resultados demonstram um tipo de herança condicionada por alelos codominantes.
- c) os alelos que condicionam a forma do fruto segregam de forma independente daqueles que condicionam a cor do fruto.
- d) os indivíduos da F_1 eram homozigotos dominantes.
- e) cada um dos alelos apresenta expressividade gênica variável.

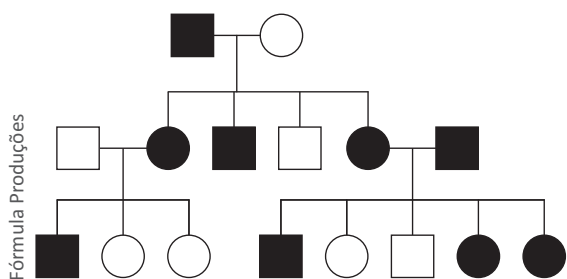
4. Utilizando seus conhecimentos de genética, analise a genealogia abaixo e indique os números dos indivíduos cujos genótipos não podem ser determinados com certeza.



5. Luiz tem três irmãos. Um de seus irmãos é albino, herança autossômica recessiva. Ele, seus pais e as outras crianças não têm essa característica. Se os pais de Luiz tiverem outro filho, qual é a chance de a criança ser albina?

6. A probabilidade de um casal ter um filho do sexo biológico masculino é 0,25. Determine a probabilidade de o casal ter dois filhos de sexos biológicos diferentes.

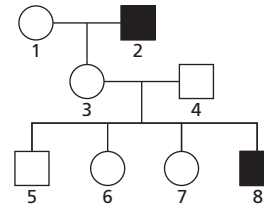
7. (UNICAMP) A doença de Huntington, que é progressiva e degenerativa do sistema nervoso central, compromete significativamente a capacidade motora e cognitiva. O heredograma a seguir representa o padrão de herança entre os indivíduos, sendo os indivíduos doentes representados em preto, e os indivíduos não doentes, em branco. Homens são representados pelos quadrados e mulheres, pelos círculos.



Considerando as informações apresentadas, é correto afirmar que a doença de Huntington:

- é herdada de forma autossômica dominante.
- é herdada de forma autossômica recessiva.
- apresenta herança ligada ao cromossomo X.
- apresenta herança ligada ao cromossomo Y.

8. Os heredogramas são representações gráficas que ilustram a transmissão das características hereditárias. Considerando que o heredograma a seguir ilustra um caso de transmissão de uma característica condicionada por apenas um par de alelos autossômicos, é correto afirmar que os indivíduos:



- a) 2 e 8 são dominantes. c) 5, 6 e 7 são recessivos. e) 3 e 4 são heterozigotos.
b) 1 e 3 são homozigotos. d) 2 e 8 são heterozigotos.

9. (ENEM) A deficiência de lipase ácida lisossômica é uma doença hereditária associada a um gene do cromossomo 10. Os pais dos pacientes podem não saber que são portadores dos genes da doença até o nascimento do primeiro filho afetado. Quando ambos os progenitores são portadores, existe uma chance, em quatro, de que seu bebê possa nascer com essa doença.

ANDERSON, R. A. et. al. In: Situ Localization of the Genetic Locus Encoding the Lysosomal Acid Lipase/Cholesteryl Esterase (LIPA) Deficient in Wolman Disease to Chromosome 10q23.2-q23.3. *Genomics*, n. 1, jan. 1993 (adaptado).

Essa é uma doença hereditária de caráter

- a) recessivo. b) dominante. c) codominante. d) poligênico. e) polialélico.

10. (ENEM) A fenilcetonúria é uma doença hereditária autossômica recessiva, associada à mutação do gene PAH, que limita a metabolização do aminoácido fenilalanina. Por isso, é obrigatório, por lei, que as embalagens de alimentos, como refrigerantes dietéticos, informem a presença de fenilalanina em sua composição. Uma mulher portadora de mutação para o gene PAH tem três filhos normais, com um homem normal, cujo pai sofria de fenilcetonúria, devido à mesma mutação no gene PAH encontrada em um dos alelos da mulher.

Qual a probabilidade de a quarta criança gerada por esses pais apresentar fenilcetonúria?

- a) 0% b) 12,5% c) 25% d) 50% e) 75%

11. (ECONRIO) A síndrome de Goltz é uma doença genética rara, mais comum em indivíduos do sexo feminino e, na maioria das vezes, resulta no aborto dos fetos do sexo masculino. A herança é dominante e ligada ao cromossomo X.

Adaptado de Urbano LMF, Leal IIR, Costa IMC. *An Bras Dermatol*. 2011;86(2):391-440.

Admita uma família formada por um homem com a síndrome de Goltz e uma mulher que não apresenta a doença, com 4 filhos, 3 meninas e 1 menino, todos vivos.

O número de filhos do casal que apresenta os sintomas da doença é de:

- a) 1 b) 2 c) 3 d) 4

12. (UFRGS) Um casal tem dois filhos. Em relação ao sistema sanguíneo ABO, um dos filhos é doador universal e o outro, receptor universal.

Considere as seguintes possibilidades em relação ao fenótipo dos pais.

- I – Um deles pode ser do grupo A; o outro, do grupo B.
II – Um deles pode ser do grupo AB; o outro, do grupo O.
III – Os dois podem ser do grupo AB.

Quais estão corretas?

- a) Apenas I. c) Apenas III. e) I, II e III.
b) Apenas II. d) Apenas II e III.



Adobestock

Tartaruga gigante de Galápagos, que pode chegar a 1,5 m de comprimento e 400 kg quando adulta.

Capítulo 2

Processos evolutivos e Ecologia

"Há cerca de 2 a 3 milhões de anos, uma tempestade deslocou enormes tartarugas do continente sul-americano para o oeste, chegando ao arquipélago vulcânico de Galápagos. Os animais tiveram uma rápida evolução por cruzarem entre si e com espécies já existentes no local. Como resultado, hoje existem cerca de 13 subespécies diferentes de tartarugas-gigantes por lá, sendo todas descendentes de um ancestral."

Disponível em: <<https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/Biologia/noticia/2022/06/tartaruga-gigante-de-galapagos-pertence-especie-considerada-extinta.html>>

Inicialmente os naturalistas acreditavam que as tartarugas gigantes de Galápagos eram da mesma espécie das tartarugas gigantes do oceano Índico, que teriam sido trazidas de navio. Mas, percebendo que o formato da carapaça óssea da tartaruga variava de acordo com a ilha em que habitava, Charles Darwin, durante sua passagem pelo arquipélago em 1835, percebeu que deveria ter uma explicação para essas diferenças. Usando seu conhecimento, quais seriam suas hipóteses para explicar tais variações no formato da carapaça das tartarugas?

Processos evolutivos

Durante muito tempo, o pensamento sobre evolução foi guiado pela visão de filósofos como os gregos Aristóteles e Platão. A concepção era de que o mundo era estático, de forma que os seres vivos não sofriam mudanças, caracterizando uma visão denominada **fixismo**.

Alguns cientistas começaram a contrariar as hipóteses fixistas mostrando que os seres vivos poderiam sofrer mudanças ao longo do tempo. Essa ideia estabeleceu o conceito do **evolucionismo**, que foi inicialmente desenvolvido no século XIX pelo naturalista francês Jean-Baptiste Lamarck e posteriormente pelo inglês Charles Darwin.

Evolução

Entende-se por **evolução** o conjunto de mudanças que as populações de seres vivos sofrem ao longo do tempo. Compreender como ocorreram os mecanismos evolutivos entre as espécies permite levantar relações de parentesco entre elas e evidenciar alterações ambientais que atuaram em sua história evolutiva. Dessa forma, para compreendermos a evolução, precisamos conhecer os mecanismos evolutivos que levaram à biodiversidade, que corresponde à variedade de seres vivos do nosso planeta, levando-se em conta os seus diversos aspectos morfológicos, fisiológicos, moleculares, etc.

A **adaptação** é a capacidade que uma espécie tem de sobreviver e se reproduzir no ambiente em que vive. Essa capacidade está ligada à existência de características morfológicas, fisiológicas e comportamentais propícias ao meio. O jacaré-de-papo-amarelo, por exemplo, apresenta olhos e narinas localizados acima da superfície da água quando o animal se desloca em um rio. Com isso, ele pode se aproximar de uma presa sem ser notado e pode respirar sem maiores restrições. Essa é uma adaptação ao ambiente.



Jacaré com olhos e narinas localizados acima da superfície da água.

Evidências da evolução biológica

O estudo da evolução biológica permite entender de maneira racional como ocorreram as mudanças nos seres vivos ao longo do tempo, baseando-se em evidências científicas. Algumas das principais evidências são o estudo de fósseis, a anatomia comparada, a embriologia comparada, a homologia, a analogia, os órgãos vestigiais, a bioquímica e a biogeografia.

Fósseis

Os fósseis são restos ou vestígios de seres vivos que viveram em épocas remotas. Os **restos** são qualquer estrutura que sobrou do organismo após sua morte, como escamas, cascos, ossos e conchas. Há casos mais raros de preservação de organismos inteiros, como o de mamutes no gelo e de insetos em âmbar. Os **vestígios** são impressões de que um ser vivo esteve presente no local, como as pegadas de um animal preservadas em cinza vulcânica endurecida.

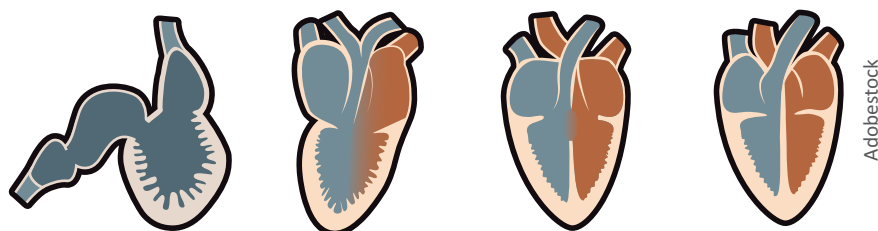
Os fósseis constituem forte evidência de que a vida se modifica ao longo do tempo, mostrando que diferentes organismos viveram na Terra durante períodos diversos da história do planeta. Por exemplo, com o estudo dos fósseis observa-se a evolução do tamanho da caixa craniana de alguns dos nossos ancestrais hominídeos. Pelas imagens a seguir, é possível observar as mudanças que ocorreram ao longo de milhões de anos até atingir a forma craniana atual.



Diferentes crânios dos ancestrais hominídeos.

Anatomia comparada

A anatomia comparada é uma evidência importante para a evolução, pois auxilia a determinar as relações de parentesco entre os organismos e se eles compartilham ou não ancestrais comuns. A presença de semelhanças anatômicas entre dois organismos indica que esses organismos evoluíram de um ancestral comum.



PEIXE

ANFÍBIO

RÉPTIL

AVE E MAMÍFERO

Representação esquemática da anatomia comparada do coração dos vertebrados.

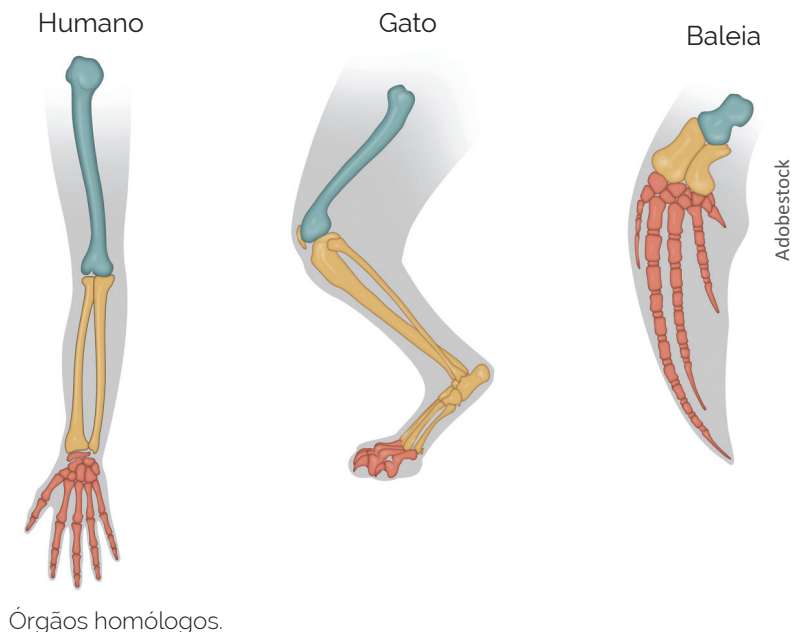
Embriologia comparada

É o estudo das semelhanças e diferenças nos embriões de diferentes espécies. As semelhanças em embriões evidenciam uma ancestralidade comum. Por exemplo, todos os embriões de vertebrados, incluindo os dos seres humanos, apresentam fendas branquiais em algum ponto de seu desenvolvimento inicial. No entanto, elas desaparecem nos adultos de grupos terrestres, sendo mantidas apenas em formas adultas de grupos aquáticos como peixes e alguns anfíbios.

Homologia e analogia

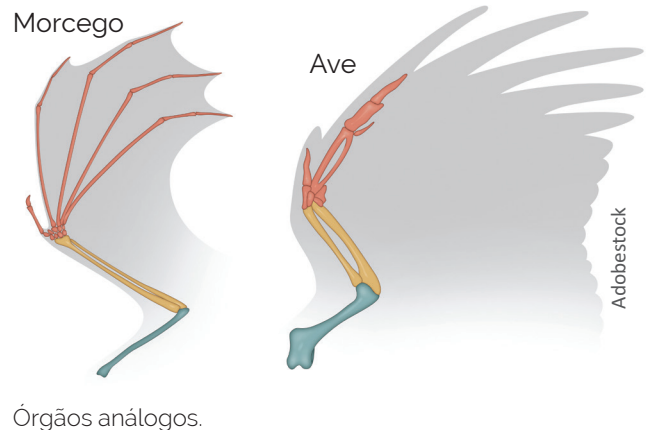
Chamamos de **homólogos** aqueles órgãos que têm a **mesma origem embrionária**. Por exemplo o braço do homem, a nadadeira de uma baleia e a asa de um morcego. Apesar das diferenças, esses membros são formados pelos mesmos tipos de músculos, ossos, nervos e vasos sanguíneos. Tais modificações permitiram a adaptação desses animais a diversos tipos de ambientes. Essa diversificação advinda de um ancestral comum denomina-se **irradiação adaptativa**.

A homologia entre os órgãos de diferentes espécies é uma evidência anatômica da evolução biológica; ela sugere que esses indivíduos têm um ancestral comum.



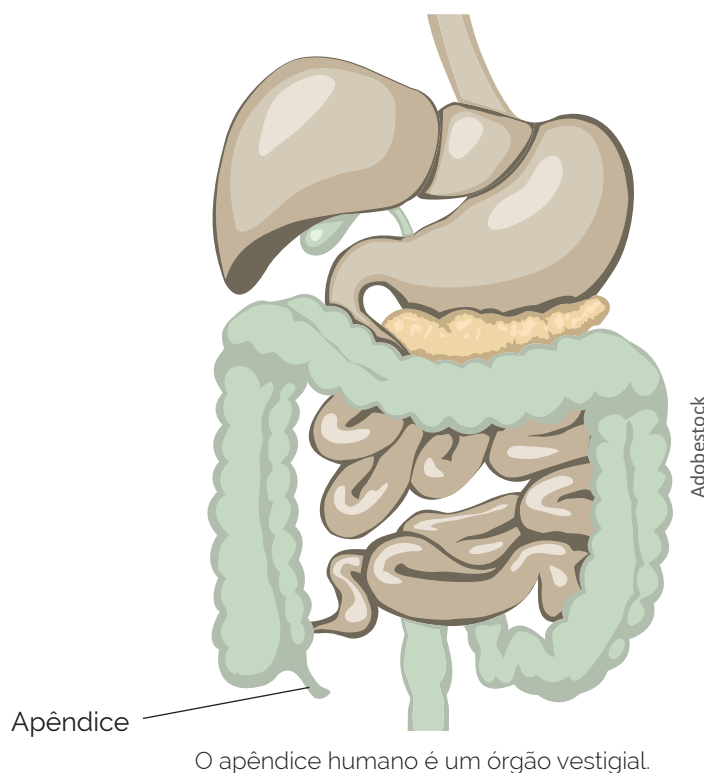
A **analogia** refere-se à semelhança funcional entre os órgãos de espécies diferentes e não intimamente aparentadas. Por exemplo, as asas dos insetos e as asas das aves são órgãos análogos, isto é, apresentam a mesma função (permitir o voo), porém se diferenciam quanto à origem e à estrutura anatômica.

A analogia ocorre entre organismos evolutivamente distantes, mas que apresentam adaptações semelhantes. Essa evolução é denominada **convergência adaptativa**.



Órgãos vestigiais

Os órgãos vestigiais são estruturas que existem em organismos atuais, mas não têm nenhuma função aparente e parecem ser partes residuais de um ancestral passado. São normalmente de tamanho reduzido ou aparentemente sem função em uma espécie. Esses mesmos órgãos em outras espécies podem aparecer bem desenvolvidos e com funções importantes para o organismo. Como aparecem em espécies diferentes, podem ser utilizados como indicativo de ancestralidade comum, isto é, evidenciar algum grau de parentesco evolutivo entre as espécies. Por exemplo, o apêndice vermiforme é uma estrutura reduzida e aparentemente sem função no ser humano e nos animais carnívoros, mas desenvolvida nos animais herbívoros.



Bioquímica

Quando comparados o DNA e algumas proteínas comuns a quase todos os seres vivos, como a hemoglobina, é possível relacionar suas semelhanças e diferenças, determinando o grau de parentesco entre espécies diferentes. Por exemplo: quando comparamos um segmento da molécula de hemoglobina de diferentes mamíferos, é possível observar semelhanças e diferenças entre os aminoácidos, que podem ou não indicar algum parentesco.

Biogeografia

A biogeografia, o estudo da distribuição geográfica dos organismos, pode fornecer informações sobre como e quando as espécies evoluíram. Por exemplo, grandes grupos de organismos que já tinham evoluído antes da separação do supercontinente Pangeia podem ter distribuição mundial. No entanto, grupos que evoluíram após a separação da Pangeia tendem a ocorrer com exclusividade em regiões menores da Terra.

Teorias evolutivas:

Lamarckismo e Darwinismo

Apoiando-se nas fortes evidências de que a vida evolui, cientistas procuraram explicar os mecanismos que promovem as modificações das populações de seres vivos ao longo do tempo. Muitas teorias ou hipóteses foram propostas, mas, com o avanço da ciência, algumas foram descartadas e outras aprimoradas.

Lamarckismo

O cientista francês Jean Baptiste Lamarck, publicou, em 1809, uma obra considerada pioneira em evolução biológica: *Filosofia Zoológica*.

Lamarck acreditava que o meio em que uma espécie vive apresenta desafios para que esta sobreviva e que os indivíduos responderiam aos desafios modificando o seu organismo. A adaptação seria resultado de transformações no organismo mediante uma necessidade imposta pelo ambiente. Essas alterações seriam transmitidas aos descendentes.

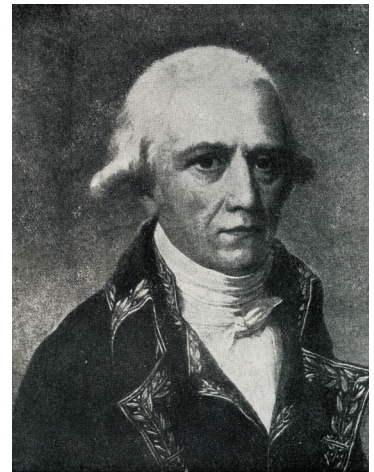
As ideias de Lamarck são resumidas em duas leis:

Lei do uso ou desuso: se um animal usa muito uma parte do organismo, esta tende a se desenvolver. Se, ao contrário, o animal não utiliza uma parte do organismo, ela tende a se atrofiar. Segundo Lamarck, a lei do uso e desuso seria observada em algumas aves aquáticas, pois teriam se tornado pernaltas em razão do esforço dos animais ao esticarem as pernas para andar na água.

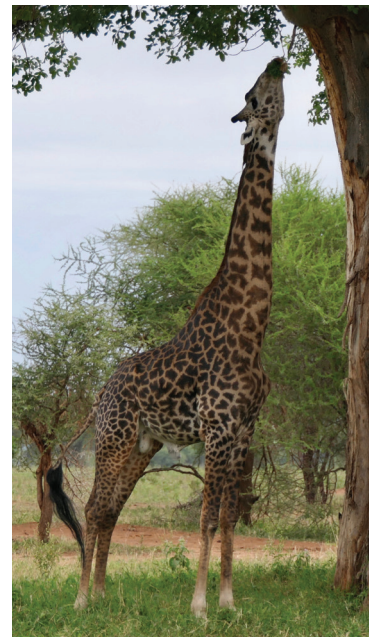
Lei da transmissão dos caracteres adquiridos: as modificações adquiridas ao longo da vida seriam transmitidas aos descendentes. Assim, as aves pernaltas, de tanto se esticarem, transmitiriam essa característica aos descendentes.

O exemplo mais famoso de Lamarck para explicar o desenvolvimento de partes do corpo muito utilizadas foi o do pescoço das girafas. Para ele, o hábito de as girafas esticarem o pescoço para comer os brotos das folhas das copas das árvores fez com que o pescoço ficasse cada vez mais comprido ao longo das gerações, até chegar ao tamanho que conhecemos hoje.

No entanto, as ideias de Lamarck não resistiram ao avanço da ciência. Posteriormente, com o desenvolvimento da genética, os mecanismos de herança biológica foram esclarecidos demonstrando que não há transmissão de características adquiridas durante a vida. Um exemplo: bebês não nascem com o lobo da orelha furado, apesar de terem tido suas orelhas furadas ao longo da vida.



Jean Baptiste Lamarck, autor da primeira teoria da evolução.

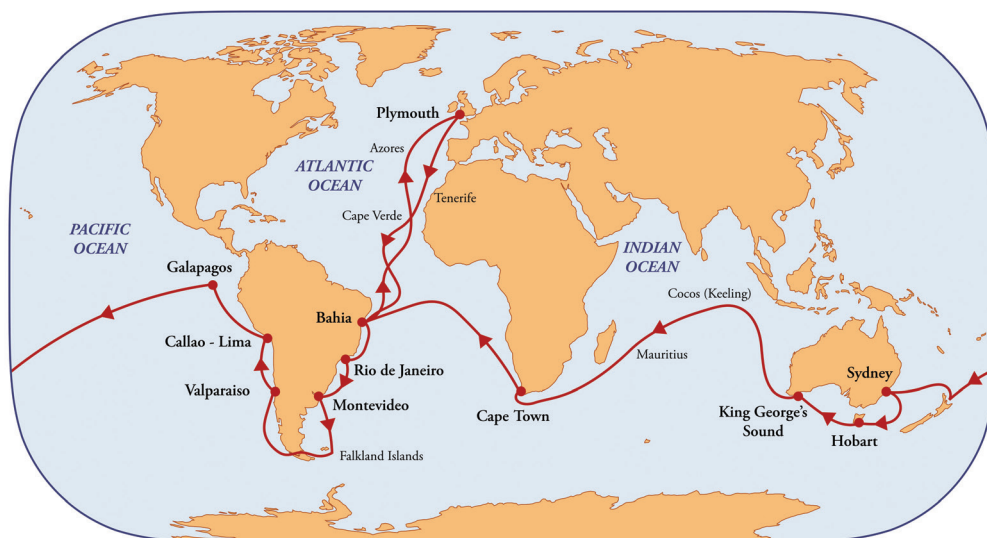


Para o lamarckismo, o pescoço das girafas teria crescido devido ao esforço para alcançar as folhas das árvores.

Darwinismo

O pioneirismo de Lamarck não foi reconhecido pelos seus contemporâneos. No entanto, 50 anos depois da publicação de seu trabalho, um cientista inglês daria andamento ao desenvolvimento das ideias evolucionistas: Charles Robert Darwin.

Darwin participou de uma expedição realizada pela Marinha Real Britânica, dando a volta ao redor do mundo. A expedição percorreu parte da América do Sul, sendo que Darwin encontrou, na Argentina, fósseis de animais semelhantes a tatus. Posteriormente, a expedição passou algumas semanas no arquipélago de Galápagos, a aproximadamente mil quilômetros do Equador.



Percurso da viagem de Charles Darwin a bordo do navio Beagle (1831-1836).

Nessas ilhas, ficou intrigado com os jabutis gigantes que ali viviam. Notou que havia tipos distintos de jabutis nas diferentes ilhas; os animais diferiam em relação ao formato do bico, no aspecto das patas e no comprimento do pescoço. Deveria haver uma explicação para essas diferenças. Após seu retorno à Inglaterra, Darwin passou a estudar o material obtido na expedição e, em 1859, publicou o livro *A Origem das Espécies*, que tratava da evolução biológica.

A teoria evolutiva de Darwin está fundamentada nas seguintes ideias:

Variabilidade: os indivíduos de uma mesma espécie não são idênticos, existem diferenças de características entre eles: altura, peso, forma dos membros, força, etc.

Seleção natural: nem todos os indivíduos de uma espécie apresentam características que propiciam a sua sobrevivência ao meio em que vivem. Assim, os indivíduos portadores de características adequadas ao ambiente teriam mais condições de sobrevivência e reprodução no local.

Adaptação: a adaptação seria o resultado da ação da seleção natural sobre a variabilidade da espécie.

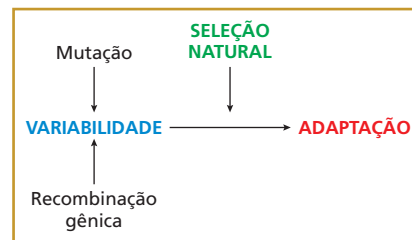
Apesar de Lamarck e Darwin apresentarem explicações diferentes para a evolução das espécies, é possível observar semelhanças entre eles. Ambos aceitam como fundamental a adaptação das espécies ao meio e a importância do ambiente na evolução. No entanto, para Lamarck, o ambiente apresenta as necessidades e o organismo se esforça para se adaptar; para Darwin, o ambiente seleciona os indivíduos mais aptos ao meio.

Neodarwinismo

Apesar de Darwin ter dado um passo gigantesco na compreensão do mecanismo de evolução biológica, ele não pôde explicá-lo em sua totalidade. Um dos aspectos falhos em sua teoria era a inexistência de exemplos concretos de evolução, pois os mecanismos de hereditariedade, capazes de explicar as causas da variabilidade entre os seres vivos de uma determinada espécie, ainda não eram conhecidos.

No século XX, novos conhecimentos científicos puderam completar o trabalho de Darwin. Encontraram exemplos atuais de evolução e explicaram as causas da variabilidade, resultando na teoria sintética da evolução, também conhecida como neodarwinismo.

Então, com o avanço da Genética, as causas da variabilidade foram explicadas pelas **mutações** e **recombinações gênicas**.



Representação esquemática das bases do neodarwinismo e seus efeitos.

Especiação

Pode-se dizer que uma espécie é um conjunto de organismos semelhantes, com capacidade potencial de se reproduzir em condições naturais, gerando descendentes férteis. Isso pode ser expresso de outra forma: espécie é um grupo com capacidade potencial de trocar genes.

Se duas populações, em condições naturais, não conseguirem mais trocar genes, diz-se que houve entre elas **isolamento reprodutivo**, ou seja, o fluxo gênico entre as populações foi interrompido, o que indica que houve a formação de novas espécies. Por exemplo, quando ocorre uma separação espacial, novas espécies podem surgir através da seleção natural. Ambientes diferentes proporcionam condições diferentes e, conseqüentemente, características distintas são selecionadas em cada local.

A **especiação alopátrica** é um dos modos mais frequentes de especiação e ocorre em decorrência de **isolamento geográfico**. Como ocorre uma separação espacial, o fluxo gênico da população é interrompido e, com o tempo, pode surgir divergência genética.

A **especiação simpátrica** pode ocorrer entre populações que se encontram em uma mesma área geográfica sem que haja barreira física separando-as. Isso acontece, por exemplo, quando as populações passam a explorar um novo nicho ecológico e gradativamente vão se isolando, ou em consequência de alguma modificação genética que afete o cruzamento entre indivíduos.

Na **especiação parapátrica**, por sua vez, não existe nenhuma barreira geográfica e as populações vivem em áreas contíguas. O cruzamento ocorre normalmente entre os indivíduos próximos, fazendo com que ocorra uma redução no fluxo gênico. Um exemplo dessa especiação é o caso das gramíneas *Anthoxanthum*, que se diferenciaram por certas espécies estarem fixadas em um substrato contaminado com metais pesados. Assim, houve a seleção natural para esses indivíduos, que foram se adaptando para genótipos tolerantes a esses metais pesados.

Evolução humana

Os primatas compreendem animais como chimpanzés, gorilas, orangotangos, micos e seres humanos. Os seres humanos pertencem à família dos Hominídeos. Entre os gêneros dessa família, destacam-se o *Australopithecus* e o *Homo*.

O gênero *Australopithecus* surgiu provavelmente há cerca de 2,5 milhões de anos na África e viveram até 1 milhão de anos atrás. Tinha entre 1,0 e 1,5 metros de altura e pesava entre 30 e 50 quilos. Vivia sobre árvores e tinha um crânio bem menor que o do homem atual. Era bípede, mas com postura semiereta.

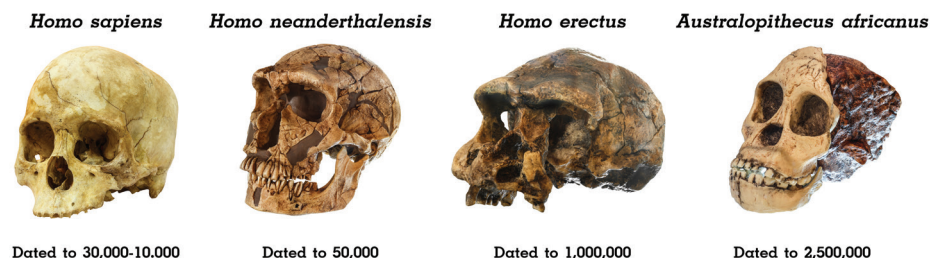
Entre as espécies do gênero *Homo*, estão *Homo habilis*, *Homo erectus* e *Homo neanderthalensis*, além da nossa espécie, *Homo sapiens*.

O *Homo habilis* foi a primeira forma humana, surgida há 2 milhões de anos. O cérebro era um pouco maior que o do *Australopithecus*, e fabricava suas ferramentas quebrando lascas de pedra. Junto a seus fósseis foram encontrados vestígios das cabanas que construía. Apresentava postura totalmente ereta e andar bípede, características marcantes de nosso grupo.

O *Homo erectus* provavelmente surgiu há cerca de 1,8 milhão de anos. Era um pouco mais alto que os anteriores e foi o primeiro a dominar o fogo e a confeccionar ferramentas mais complexas, como armas de pau e de pedra. As evidências fósseis indicam que o *Homo erectus* habitou inicialmente a África e mais tarde migrou para a Europa e Ásia.

O *Homo neanderthalensis* viveu até cerca de 30 mil anos atrás; seu fóssil mais antigo tem cerca de 150 mil anos. Enfrentou um período glacial muito intenso. Seu cérebro era aproximadamente igual ao nosso. Usava instrumentos complexos e já enterrava os mortos. Conviveu com os primeiros homens modernos. Eram grandes caçadores e guerreiros.

O mais antigo fóssil de *Homo sapiens* é a do Homem de Cro-magnon, surgido há cerca de 35 mil anos atrás. Fisicamente é igual ao homem atual. Seu cérebro era bem desenvolvido. Eram caçadores hábeis e capazes de confeccionar roupas de pele e de animais; fabricavam ferramentas diversas e construía cabanas. Ocupou todos os continentes em grupos de caçadores e coletores.



Evolução do crânio humano.

Os primeiros representantes da espécie *H. sapiens* tinham muita destreza na fabricação de ferramentas; usavam facas e lanças. Com o tempo, passaram a fazer pinturas em cavernas, revelando através da arte seu cotidiano. Há cerca de 10 mil anos começaram a cultivar plantas para seu próprio consumo; com o desenvolvimento da agricultura não precisavam mais se deslocar à procura de alimento, tornando-se possível estabelecer-se em um só lugar, sempre próximo a rios e lagos. Assim surgiram as primeiras civilizações.

Ecologia

A ecologia é a área da ciência que se dedica ao estudo da relação entre os seres vivos com outros indivíduos e também com o ambiente. Em 1957, o biólogo americano Eugene P. Odum definiu ecologia como o **estudo da estrutura e da função da natureza**.

A ecologia explica como os indivíduos são influenciados pelos fatores ambientais, mas a maior parte dos estudos ecológicos preocupa-se com as relações que ocorrem em níveis de organização que vão além do organismo, pois estuda as populações, as comunidades e os ecossistemas.

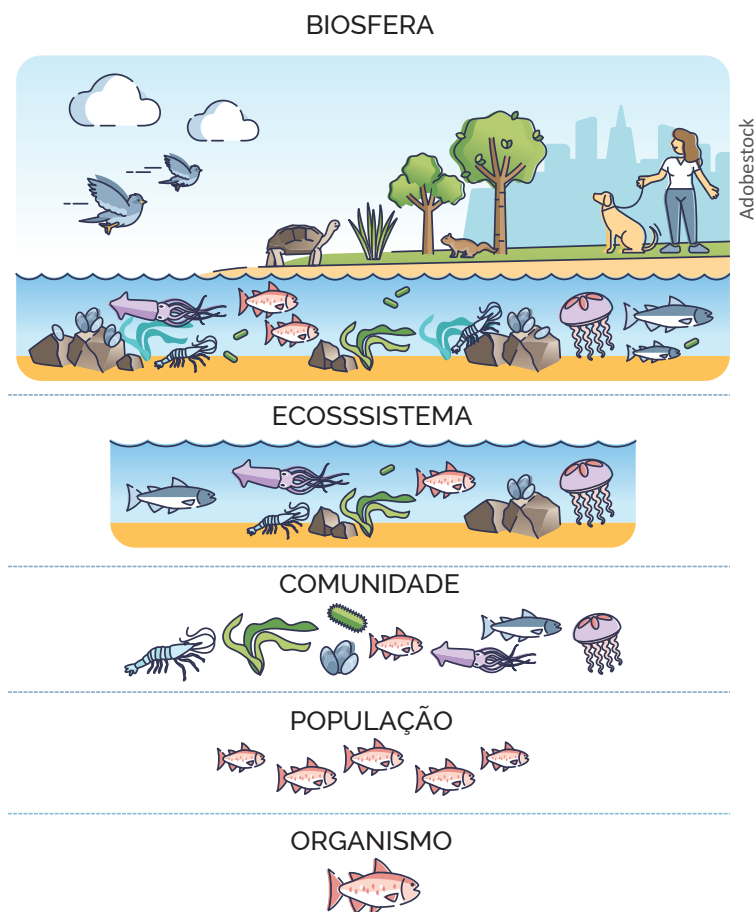
Níveis de organização

Os diferentes níveis de organização dos sistemas vivos compreendem um arranjo numa série graduada de complexidade. Essa série foi montada com a finalidade de facilitar os estudos dos seres vivos e envolve todos os componentes vivos da natureza.

Os níveis de organização a partir de um organismo são: o organismo, a população, a comunidade, o ecossistema e a biosfera.

Uma **população** é um conjunto de indivíduos da mesma espécie que vivem numa mesma área, num certo tempo. Os indivíduos que pertencem a uma mesma espécie se reproduzem entre si com capacidade de deixarem descendentes férteis. Por exemplo: a população de seres humanos numa cidade, de roseiras num jardim ou de caprinos em um campo de pastagem.

Uma **comunidade biológica**, biota ou biocenose, é um conjunto de populações de várias espécies animais e vegetais que vivem em um mesmo local. Para que toda a comunidade sobreviva, é preciso que este ambiente apresente condições ideais, o que inclui detalhes como temperatura, umidade, luminosidade e minerais que compõem o solo.



Níveis de organização dos sistemas vivos. A complexidade dos níveis aumenta do átomo até a biosfera.

Os **ecossistemas** são formados pelo conjunto das comunidades biológicas que vivem em um determinado local e interagem entre si e com o meio ambiente, constituindo um sistema estável, equilibrado e autossuficiente com os fatores ambientais (abióticos), como água, luz, calor, umidade, salinidade, pH e assim por diante. Esses fatores ambientais determinam as formas de vida que podem sobreviver num determinado ambiente.



Os ecossistemas do planeta Terra estão representados por rios, lagos, oceanos, desertos, campos, florestas, manguezais, cerrados, etc.

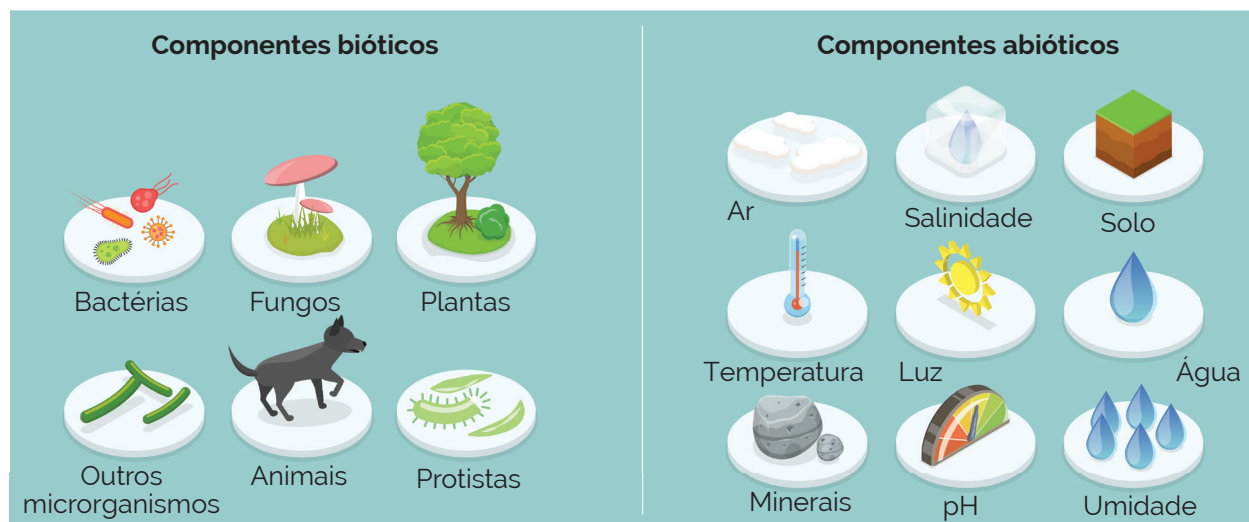
A **biosfera** é a soma de todas as regiões do planeta onde são encontrados os seres vivos, ou seja, o conjunto de todos os ecossistemas aquáticos e terrestres da Terra

O termo **bioma** é utilizado para designar um conjunto de ecossistemas com características fisionômicas e climáticas semelhantes. São exemplos de biomas terrestres a tundra, a taiga, as florestas temperadas e tropicais, os campos e os desertos.

Os **componentes bióticos** do ecossistema são os diferentes seres vivos, entre eles as plantas, os animais e os microrganismos, que habitam uma determinada região.

Os **componentes abióticos** são os ambientais, como a temperatura e a umidade do ar, a salinidade e a luminosidade da água; a composição do solo, entre outros.

Todos esses componentes afetam os seres vivos de alguma forma. Em um ecossistema, os seres vivos interagem uns com os outros e com os componentes abióticos.



Componentes bióticos e abióticos dos ecossistemas.

Hábitat e nicho ecológico

Hábitat é o local em que determinada espécie vive no ecossistema. O hábitat dos pulgões é o caule das roseiras, o hábitat de uma minhoca pode ser a terra fofa de um jardim, o hábitat do tatu é a toca construída no solo, e assim por diante.

Nicho ecológico é o papel biológico da espécie no ecossistema. O nicho inclui, por exemplo, o nível trófico a que ela pertence, se é predador ou presa, se tem hábito diurno ou noturno, a época de acasalamento, de floração e de frutificação, seu papel na comunidade, etc.

Níveis tróficos

O principal fator que mantém uma comunidade é o nutricional. Assim, das relações estabelecidas entre as populações de uma comunidade, predomina a relação trófica ou alimentar. Os organismos de um ecossistema, em função das relações tróficas, podem ser divididos em três tipos de níveis tróficos: produtores, consumidores e decompositores.

Os **produtores** são autótrofos fotossintetizantes. Nesse grupo estão os organismos clorofilados, como as plantas e as algas. Também podem ser considerados produtores os organismos quimiossintetizantes, como algumas bactérias.

Os **consumidores** são heterótrofos, se alimentam de outros organismos. Os que se alimentam dos produtores são os consumidores primários, os herbívoros. Os que se alimentam dos herbívoros são os consumidores secundários, os carnívoros. Os consumidores que se alimentam dos consumidores secundários são os consumidores terciários, e assim sucessivamente.

Os **decompositores** compreendem as bactérias e os fungos. São organismos que devolvem materiais para a natureza, tornando possível a reutilização desses materiais pelos organismos produtores. Compreendem o último nível trófico de cada comunidade.

Existem organismos que ocupam mais de um nível trófico, como, por exemplo, o ser humano, que se alimenta de plantas, de herbívoros e de carnívoros (são onívoros).

Cadeias alimentares

As cadeias alimentares mostram como os nutrientes e a energia são passados de um organismo para o outro, começando pelos produtores e, a partir daí, indo aos consumidores e decompositores.

Tomando como exemplo vários organismos de uma **comunidade terrestre**, constituída por milho, rato, gafanhoto, cobra, ave, gavião e decompositores, podemos estabelecer várias transferências alimentares.

A sequência linear de organismos em que um serve de alimento ao seguinte é denominada **cadeia alimentar**.

Teias alimentares

As relações alimentares nos ecossistemas são mais complexas do que as simples relações lineares de alimentação entre os seres vivos, como mostram as cadeias alimentares.

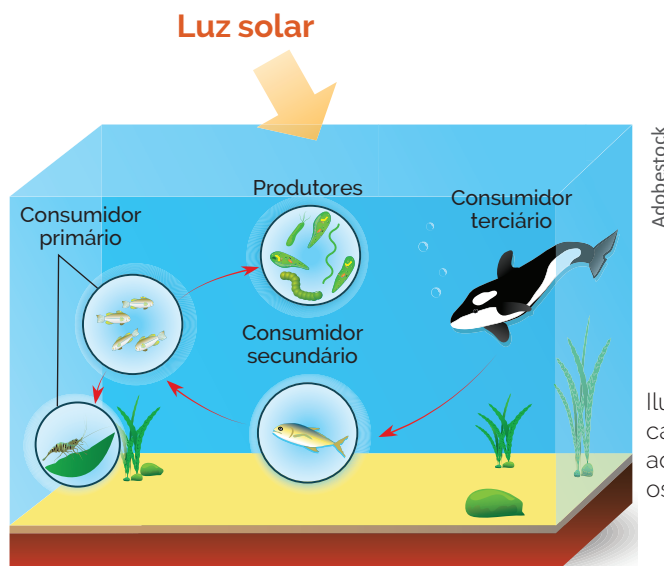
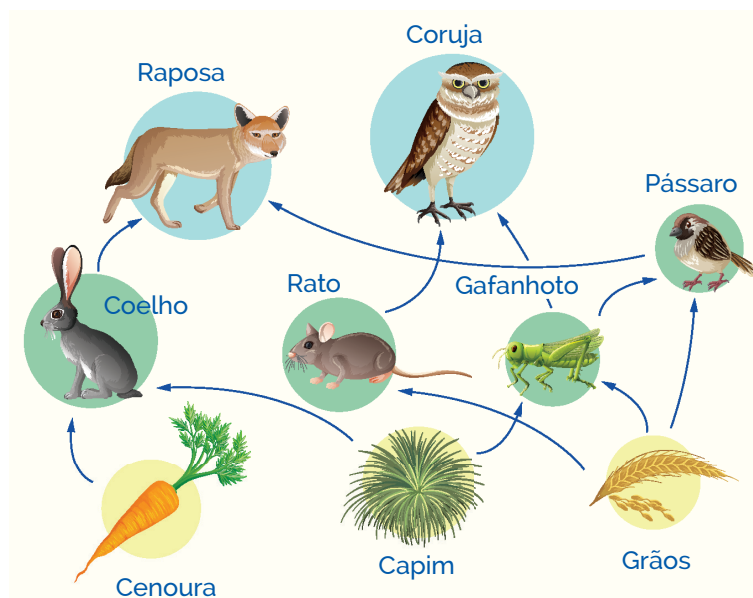


Ilustração mostra cadeia alimentar aquática (não mostra os decompositores)

Se estudarmos todas as relações alimentares entre os seres de uma comunidade biológica num ecossistema, estaremos analisando uma teia ou rede alimentar. Como ocorre nas representações das cadeias alimentares, as setas indicam o fluxo de matéria e energia de um nível trófico para outro.

É possível perceber que um mesmo organismo pode ocupar vários níveis tróficos ao mesmo tempo, pois pode participar de várias cadeias alimentares simultaneamente. Analise a teia alimentar representada e veja em quantas cadeias alimentares o gafanhoto está presente e os diferentes níveis tróficos ocupados por este animal.



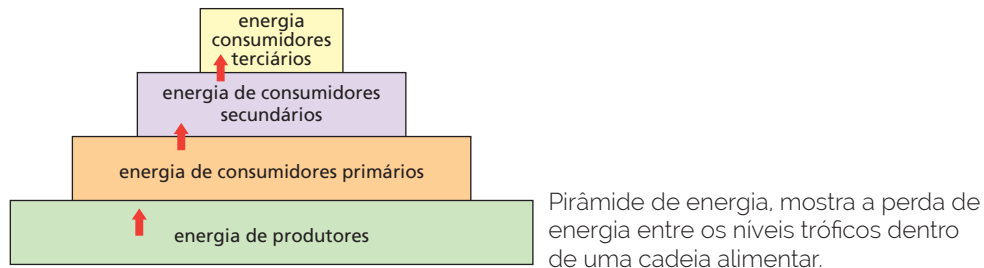
Exemplo de uma teia alimentar com produtores e consumidores. Não estão ilustrados os decompositores.

Pirâmides ecológicas

Ao estudar as cadeias alimentares vimos que o fluxo de alimentos está relacionado à transferência de energia entre os níveis tróficos dentro de um ecossistema. Nesse processo, os produtores, que são as plantas, algas e algumas bactérias, convertem a energia solar em energia química (glicose) por meio da fotossíntese.

Pirâmide de energia

A energia da planta é transferida para os animais herbívoros, consumidores primários. Estes transferem a energia para os animais carnívoros, consumidores secundários, e assim por diante, até chegar nos decompositores, que encerram o fluxo de energia. No entanto, ao longo da cadeia alimentar ocorrem perdas, resultando em uma menor quantidade de energia disponível para os seres vivos dos níveis tróficos. Parte da energia recebida por alimentos é consumida, parte é transferida para o próximo nível trófico e parte vai para os decompositores.

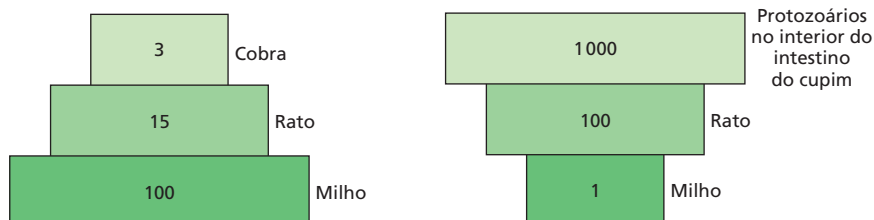


Enquanto o ciclo da matéria garante o abastecimento contínuo de nutrientes, o fluxo de energia impulsiona as atividades orgânicas dos seres vivos e suas interações tróficas ao longo das cadeias alimentares. Essa interação garante o equilíbrio e a continuidade dos ecossistemas.

Pirâmides de número

Quando a pirâmide leva em consideração o número de indivíduos da cadeia alimentar, é chamada de **pirâmide de números** ou **de frequência**.

Se considerarmos uma cadeia alimentar composta por milho → rato → cobra com 100 pés de milho, 15 ratos e 3 cobras, teremos uma pirâmide de números com a base maior. Em uma cadeia alimentar de árvore → cupim → protozoários, existe a seguinte relação numérica: 1 árvore, 100 cupins e 1.000 protozoários no interior do intestino dos cupins, então a pirâmide de números será invertida, com a base menor.



Pirâmides de números podem ser invertidas

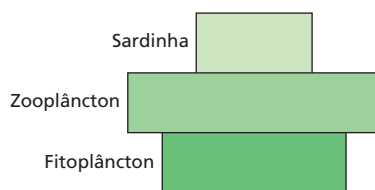
Pelos exemplos citados, pode-se observar que não existe um padrão único para a pirâmide de números.

Pirâmides de biomassa

Se a pirâmide considerar a massa correspondente à matéria orgânica dos indivíduos (biomassa) de cada nível trófico, estaremos caracterizando a pirâmide de biomassa.

Normalmente, a pirâmide de biomassa apresenta a base maior e o ápice menor, porque é comum considerarmos que uma biomassa maior sustenta uma biomassa menor ao longo das cadeias alimentares.

Mas, no ambiente aquático, a pirâmide de biomassa pode ser representada invertida, como para a cadeia alimentar fitoplâncton → zooplâncton → sardinha.



Nesse ecossistema, a pequena biomassa dos produtores é compensada pela elevada taxa de reprodução desses organismos. Assim, toda cadeia alimentar é sustentada e a biomassa tende a se acumular nos níveis mais elevados.

Impactos ambientais

Os impactos ambientais são alterações no meio ambiente provocadas pelo ser humano e suas atividades que, direta ou indiretamente, afetam a saúde, a segurança e o bem-estar da população.

Os impactos ambientais podem estar relacionados diretamente ao consumo crescente de recursos naturais não renováveis, à expansão das áreas urbanas, ao grande uso de combustíveis fósseis, ao consumo exagerado de bens materiais e à produção crescente de lixo.

Dentre os principais impactos ambientais negativos causados pelo ser humano estão a diminuição dos mananciais, extinção de espécies, destruição de habitats, inundações, erosões, chuva ácida, agravamento do efeito estufa e as mudanças climáticas globais. Isso leva à perda da biodiversidade, ao aumento do número de doenças na população e em outros seres vivos, além de afetar a qualidade de vida.

Poluição

A poluição pode ser entendida como qualquer alteração ambiental de natureza física, química ou biológica que cause prejuízos para a saúde dos seres vivos. A poluição pode ocorrer no ar atmosférico, tendo como consequência o aumento do efeito estufa, danos na camada de ozônio e as mudanças climáticas globais.

De modo geral, as diferentes formas de poluição podem provocar redução na biodiversidade animal e vegetal, efeito que muitas vezes está associado à ação humana sobre os ecossistemas naturais, decorrentes do desmatamento, da exploração e da extração predatória dos recursos naturais e dos seres vivos.

A **poluição do ar** é resultante de todas as formas de combustão de combustíveis fósseis em automóveis, indústrias, usinas termelétricas e queimadas. Por meio das combustões, são liberados para a atmosfera vários gases que são tóxicos para a espécie humana e para os seres vivos de modo geral.

O **monóxido de carbono** (CO), liberado a partir da queima incompleta de combustíveis fósseis, apresenta alta afinidade pela hemoglobina das hemácias, podendo levar um indivíduo à morte por asfixia.

Os **óxidos de enxofre e nitrogênio**, encontrados em gases, como o SO_2 e o NO_2 , são liberados por muitas indústrias. Esses gases reagem com o vapor de água na atmosfera e formam ácidos como o H_2SO_4 (ácido sulfúrico) e o HNO_3 (ácido nítrico), que precipitam devido à umidade do ar e formam as chuvas ácidas. Em consequência das chuvas ácidas, podem ocorrer grandes danos à vegetação do local, comprometendo o hábitat dos animais. Nas regiões urbanas, o problema pode ser a corrosão de prédios e de monumentos. Se a chuva ácida ocorrer numa área rural, pode tornar o solo muito ácido, reduzindo a produtividade. A chuva ácida também pode causar danos às comunidades aquáticas, provocando a morte de peixes e de outros organismos desses ecossistemas.

O **dióxido de carbono** (CO_2), liberado pela respiração dos seres vivos, mas também na queima dos combustíveis fósseis, torna-se poluente apenas em altas concentrações, sendo o gás responsável pela intensificação do efeito estufa do planeta. Além da queima de combustíveis fósseis, as atividades industriais e as queimadas em geral também contribuem para o aumento do CO_2 na atmosfera.

Estudos recentes mostraram que o metano (CH_4), eliminado pela flatulência dos grandes rebanhos bovinos, também atua como isolante térmico, impedindo a saída do calor da atmosfera e contribuindo para aumentar ainda mais o efeito estufa. Algumas alterações no clima da Terra já estão sendo atribuídas à elevação do efeito estufa e às consequentes mudanças climáticas.



Adobestock

A emissão de CO_2 para a atmosfera aumenta devido às queimas de florestas, a poluição causada pelas indústrias e ao consumo de combustíveis fósseis.

Resumo

PROCESSOS EVOLUTIVOS

Entende-se por **evolução** o conjunto de mudanças que as populações de seres vivos sofrem ao longo do tempo.

A **adaptação** é a capacidade que uma espécie tem de sobreviver e se reproduzir no ambiente em que vive.

Algumas das principais evidências da evolução são o estudo de fósseis, a anatomia comparada, a embriologia comparada, a homologia, a analogia, os órgãos vestigiais, a bioquímica e a biogeografia.

Teorias evolutivas

Apoiando-se nas fortes evidências de que a vida evolui, cientistas procuraram explicar os mecanismos que promovem as modificações das populações de seres vivos ao longo do tempo.

As ideias de **Lamarck** são resumidas em duas leis:

Lei do uso ou desuso: segundo Lamarck, se um animal usa muito uma parte do organismo, esta tende a se desenvolver. Se, ao contrário, o animal não utiliza uma parte do organismo, ela tende a se atrofiar.

Lei da transmissão dos caracteres adquiridos: as modificações adquiridas ao longo da vida seriam transmitidas aos descendentes.

A teoria evolutiva de **Darwin** está fundamentada nas seguintes ideias:

Variabilidade: os indivíduos de uma mesma espécie não são idênticos, existem diferenças de características entre eles: altura, peso, forma dos membros, força, etc.

Seleção natural: nem todos os indivíduos de uma espécie apresentam características que propiciam a sua sobrevivência ao meio em que vivem. Assim, os indivíduos portadores de características adequadas ao ambiente teriam mais condições de sobrevivência e reprodução no local.

Adaptação: a adaptação seria resultado da ação da seleção natural agindo sobre a variabilidade da espécie.

O **neodarwinismo** surgiu com o avanço da genética, quando as causas da variabilidade genética puderam ser explicadas pelas **mutações** e **recombinações gênicas**.

Especiação é o conjunto de processos que dão origem a novas espécies, que podem ocorrer por **isolamento reprodutivo**, quando o fluxo gênico entre as populações é interrompido e há a formação de novas espécies. A **especiação alopátrica** ocorre em decorrência do **isolamento geográfico**. A especiação simpátrica pode ocorrer entre populações que se encontram em uma mesma área geográfica, sem que haja barreira física separando-as. Já na **especiação parapátrica** não existe nenhuma barreira geográfica e as populações vivem em áreas contíguas.

Os **seres humanos** pertencem à família dos Hominídeos. Entre os gêneros dessa família, destacam-se o *Australopithecus* e o *Homo*.

- ***Australopithecus*** – viviam no chão, usavam pedras como armas e andavam eretos;
- ***Homo habilis*** – postura ereta e faziam objetos de pedra;
- ***Homo erectus*** – usavam ferramentas, moravam em cavernas e usavam o fogo;
- ***Homo sapiens neanderthalensis*** – grande capacidade craniana, faziam machados de mão e caçavam grandes animais, faziam funerais;
- ***Homo sapiens sapiens*** – Homem de Cro-Magnon, o homem moderno: presença de queixo, mandíbulas reduzidas, crânio arredondado, artista.

ECOLOGIA

A ecologia é a área da ciência que se dedica ao estudo da relação entre os seres vivos com outros indivíduos e com o ambiente.

Os diferentes **níveis de organização dos sistemas vivos** compreendem um arranjo numa série graduada de complexidade. Os níveis de organização a partir de um organismo são: o organismo, a população, a comunidade, o ecossistema e a biosfera.

Uma **população** é um conjunto de indivíduos da mesma espécie que vivem numa mesma área, num certo tempo. Uma **comunidade biológica**, biota ou biocenose, é um conjunto de populações de várias espécies animais e vegetais que vivem em um mesmo local. Os **ecossistemas** são formados pelo conjunto das comunidades biológicas que vivem em um determinado local e interagem entre si e com o meio ambiente. Os ecossistemas do planeta Terra estão representados por rios, lagos, oceanos, desertos, campos, florestas, manguezais, cerrados, etc. A **biosfera** é a soma de todas as regiões do planeta onde são encontrados os seres vivos, ou seja, o conjunto de todos os ecossistemas aquáticos e terrestres da Terra.

Os **componentes bióticos** do ecossistema são os diferentes seres vivos, entre eles as plantas, os animais e os microrganismos, que habitam uma determinada região. Os componentes abióticos são os ambientais, como a temperatura e a umidade do ar, a salinidade e a luminosidade da água, a composição do solo, entre outros.

Hábitat é o local em que determinada espécie vive no ecossistema. **Nicho ecológico** é o papel biológico da espécie no ecossistema.

Nas relações estabelecidas entre as populações de uma comunidade, predomina a relação trófica ou alimentar. Os organismos de um ecossistema, em função das relações tróficas, podem ser divididos em três tipos de níveis tróficos: **produtores, consumidores e decompositores**.

As **cadeias alimentares** mostram como os nutrientes e a energia são passados de um organismo para o outro. Começam com os produtores e, a partir daí, surgem consumidores e decompositores. As teias alimentares são formadas por várias cadeias alimentares que se conectam entre si.

As **pirâmides ecológicas** são representações gráficas do fluxo de matéria e energia nos ecossistemas. As mais comuns são as pirâmides de energia, de números e de biomassa.

O fluxo de alimentos em uma cadeia alimentar está relacionado à transferência de energia entre os níveis tróficos dentro de um ecossistema. Nesse processo, os produtores que são as plantas, algas e algumas bactérias convertem a energia solar em energia química (glicose) por meio da fotossíntese.

Os **impactos ambientais** são alterações no meio ambiente provocadas pelo ser humano e suas atividades que, direta ou indiretamente, afetam a saúde, a segurança e o bem-estar da população. Estão relacionados diretamente ao consumo crescente do uso de recursos naturais não renováveis, à expansão das áreas urbanas, ao grande uso de combustíveis fósseis, ao consumo exagerado de bens materiais e à produção crescente de lixo.

Dentre os principais impactos ambientais causados pelo ser humano estão a diminuição dos mananciais, extinção de espécies, destruição de habitats, inundações, erosões, chuva ácida, agravamento do efeito estufa e as mudanças climáticas globais. Isso leva à perda da biodiversidade, o aumento do número de doenças na população e em outros seres vivos e afeta a qualidade de vida.

Avalie o que aprendeu

1. Quando indivíduos de espécies diferentes apresentam semelhança prolongada durante a fase embrionária, podemos aferir que eles:

- a) sofreram mutações convergentes.
- b) são organismos intimamente aparentados.

- c) apresentam-se como espécies híbridas.
- d) têm certo grau de parentesco biológico.

2. As asas de um pássaro e de um inseto são exemplos de:

- a) estruturas vestigiais.
- b) estruturas moleculares.
- c) estruturas homólogas.
- d) estruturas análogas.

3. (UFRGS) Características herdadas de um ancestral comum e que são compartilhadas por duas ou mais espécies denominam-se:

- a) análogas.
- b) divergentes.
- c) homólogas.
- d) homoplasias.
- e) heterólogas.

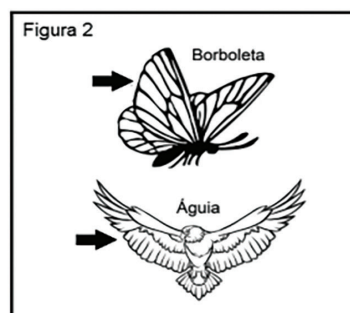
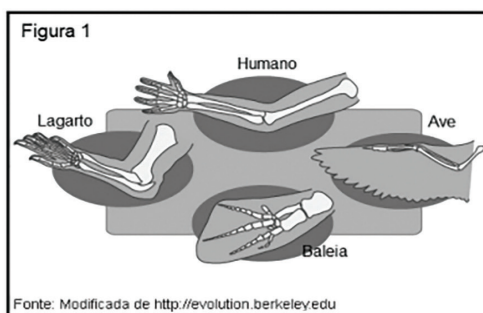
4. Explique por que os conceitos evolucionistas que surgiram no século XIX contrariavam os pensamentos fixistas e criacionistas estabelecidos até então.

5. Cientistas encontraram um tipo de concha fossilizada em um deserto. O que ela pode informar sobre a história da Terra em tempos passados?

- a) Este animal vivia no deserto.
- b) Este animal costumava ter pernas.
- c) A água existia onde agora está o deserto.
- d) Montanhas costumavam ocupar o local onde agora está o deserto.

6. O ambiente é, de certa forma, responsável pelos tipos de seres vivos que podemos observar ao nosso redor. Como seria a explicação de Lamarck sobre a influência do ambiente na evolução das espécies?

7. (UFJF) Observe atentamente as duas figuras a seguir:



Ambas as figuras colocam em destaque estruturas de diversos grupos animais. Seu agrupamento foi realizado tomando por base o campo da anatomia comparada.

a) Analise a seguinte frase: "Levando em conta os conceitos da anatomia comparada, a figura 1 representa estruturas _____". Escreva uma palavra para substituir o espaço em branco.

b) Analise a seguinte frase: "Levando em conta os conceitos da anatomia comparada, a figura 2 representa estruturas _____". Escreva uma palavra para substituir o espaço em branco.

c) Compare as estruturas respondidas no item (a) com as estruturas respondidas no item (b), no que diz respeito às suas origens embrionárias e funções.

8. (FUVEST) Devido ao aparecimento de uma barreira geográfica, duas populações de uma mesma espécie ficaram isoladas por milhares de anos, tornando-se morfologicamente distintas.

a) Explique sucintamente como as duas populações podem ter-se tornado morfologicamente distintas no decorrer do tempo.

b) No caso de as duas populações voltarem a entrar em contato, pelo desaparecimento da barreira geográfica, o que indicaria que houve especiação?

9. (FCMSC-SP) Theodosius Dobzhansky escreveu em 1973: "Nada na biologia faz sentido, a não ser sob a luz da evolução". Ele foi um dos pesquisadores que fundamentou a teoria sintética da evolução. Na biologia evolutiva moderna e segundo os princípios da Teoria Sintética da Evolução, é correto afirmar que:

a) a seleção natural, com o passar do tempo, tende a moldar as espécies que possuem mutações independentemente da interferência do meio.

b) a necessidade dos órgãos ou de sistemas fisiológicos provocou mutações que resultaram na adaptação dos organismos ao meio ambiente.

c) os seres vivos mais fortes e adaptados tendem a sobreviver independentemente das condições ambientais.

d) o meio seleciona as características mais vantajosas, que surgiram por indução das características do meio ambiente.

e) a seleção natural atua sobre a variabilidade, que é gerada por mutações e recombinações gênicas, resultando em adaptação.

10. (UEL) Com relação à evolução humana, algumas espécies de hominídeos que precederam o *Homo sapiens* estão relacionadas a seguir.

I. *Homo habilis*

II. *Australopithecus afarensis*

III. *Homo erectus*

IV. *Australopithecus ramidus*

V. *Paranthropus robustus*

Assinale a alternativa que apresenta corretamente a ordem cronológica, da mais antiga para a mais recente, em que essas espécies surgiram.

a) II, IV, V, III, I.

b) IV, II, V, I, III.

c) IV, II, V, III, I.

d) V, II, IV, III, I.

e) V, IV, III, II, I.

11. (FUVEST) O homem estará ocupando o nível trófico em que há maior aproveitamento de energia fixada pelos produtores quando escolher como cardápio:

a) carne com creme de leite.

b) peixe com camarão.

c) frango com toucinho.

d) pão com geleia de frutas.

e) ovos com queijo.

12. (Udesc) Analise as proposições em relação à ecologia.

I. As populações são formadas quando vários indivíduos da mesma espécie vivem em uma mesma área e mantêm relação entre si.

II. O hábitat corresponde ao modo de vida ou ao papel ecológico que a espécie desempenha no ecossistema.

III. Comunidade ou biocenose são formadas por indivíduos da mesma espécie, que possuem pouca relação de interação entre si.

IV. Ecossistema é a reunião e a interação das comunidades com os fatores abióticos que atuam sobre essas comunidades.

Assinale a alternativa correta.

a) Somente as afirmativas II, III e IV são verdadeiras.

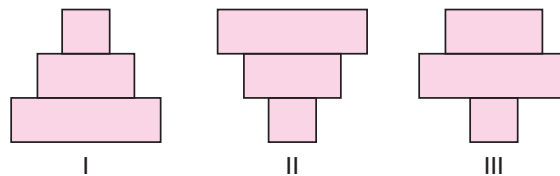
b) Somente as afirmativas I e II são verdadeiras.

c) Somente as afirmativas I e IV são verdadeiras.

d) Somente as afirmativas II e III são verdadeiras.

e) Todas as afirmativas são verdadeiras.

13. Observe as pirâmides ecológicas a seguir.



a) Se a cadeia alimentar bananeira – mosca – aranha fosse representada por uma pirâmide de números, ela seria semelhante à pirâmide I, II ou III? Justifique sua resposta.

b) Se III representar uma pirâmide de biomassa, qual seria sua possível cadeia alimentar? Justifique sua resposta.

14. (UEL) Considere as frases seguintes:

I. Atualmente, *Rattus norvegicus* ocorre em todos os continentes.

II. As ratazanas de uma cidade vivem principalmente na rede de esgotos e nos depósitos de lixo.

III. Um rato branco é submetido a um experimento de fisiologia em um laboratório.

As frases nas quais se mencionam, respectivamente, um indivíduo, uma espécie e uma população são:

a) I, II e III.

c) II, III e I.

e) III, II e I.

b) I, III e II.

d) III, I e II

15. (Unirio) Durante o verão podem ser encontrados sobre as folhas de uma certa planta um tipo de gafanhoto verde ou “esperança” e um determinado tipo de louva-a-deus, também verde. O primeiro desses insetos alimenta-se de folhas da planta e enterra seus ovos no solo, enquanto o segundo é predador, alimenta-se de insetos e usa o caule da mesma planta para fixar seus ovos. Esses insetos apresentam:

- a) mesmo hábitat e mesmo nicho ecológico.
- b) mesmo hábitat e função de decompositores.
- c) diferentes habitats e biocenoses iguais.
- d) diferentes habitats e mesmo nicho ecológico.
- e) mesmo hábitat e diferentes nichos ecológicos.

16. (PUC-SP) "No Pantanal, plantas aquáticas servem de alimento para lambaris, pacus e capivaras. Nesse ambiente, piranhas alimentam-se de lambaris e pacus. Já as ariranhas sobrevivem, alimentando-se de pacus e piranhas."

Na teia alimentar descrita no trecho acima, os organismos que ocupam dois níveis tróficos são:

- a) Lambaris.
- b) Pacus.
- c) Capivaras.
- d) Piranhas.
- e) Ariranhas.

17. (ENEM) Considere a seguinte cadeia alimentar em um ambiente marinho:

Fitoplânctons → Copépodos → Sardinhas → Atuns

Imagine que nessa cadeia sejam introduzidas águas-vivas, que se alimentam dos copépodos (crustáceos planctônicos). Nessa área as águas-vivas não são alimentos para outros organismos. No mesmo período ocorre sobrepesca das populações de sardinhas.

Como consequência das interferências descritas na cadeia alimentar será observada diminuição

- a) da população de copépodos em decorrência da diminuição do estoque de sardinhas.
- b) da população de atuns em consequência da diminuição da população de sardinhas.
- c) da quantidade de fitoplâncton devido à redução no estoque de copépodos.
- d) do estoque de copépodos em função do aumento da população de atuns.
- e) da população de atuns pelo aumento da população de copépodos.

18. O aquecimento global e o efeito estufa são fenômenos que se relacionam. Sobre isso, é correto afirmar:

- a) O efeito estufa e o aquecimento global são dois fenômenos ambientais relacionados com a retenção de calor no núcleo terrestre.
- b) O efeito estufa é um fenômeno natural decorrente dos movimentos de rotação e translação da Terra.
- c) O aquecimento global é o resultado da intensificação do efeito estufa e consiste no aumento das temperaturas médias do planeta e das águas dos oceanos.
- d) Os principais gases do efeito estufa que dificultam a dispersão da radiação solar e provocam maior retenção de calor são o hélio e o radônio.
- e) As principais causas do aquecimento global estão relacionadas com a maritimidade e a continentalidade.



Acelere o Saber

mais

CIÊNCIAS DA NATUREZA

FÍSICA

Adobestock

As abelhas voam entre diferentes flores levando pólen de uma flor a outra, sendo essenciais no processo de polinização.

Capítulo 1

Propriedades elétricas da matéria

A polinização das flores pelas abelhas está intimamente ligada aos conceitos de eletricidade que veremos neste capítulo. As flores frequentemente possuem uma carga elétrica, resultante da interação com partículas atmosféricas. As abelhas, ao pousarem nas flores, transferem essas cargas, criando uma diferença de potencial entre as partes da flor. Isso gera um campo elétrico no entorno da flor. Quando a abelha pousa em outra flor, as cargas elétricas opostas atraem o pólen para suas pernas, facilitando a transferência do pólen entre as flores. Essa relação entre campo elétrico e força elétrica desempenha um papel crucial no processo de polinização, mostrando a aplicação desses conceitos na natureza.

Neste capítulo, estudaremos alguns dos principais conceitos da eletrostática, o ramo da Física que investiga as cargas elétricas em repouso e os fenômenos relacionados, incluindo a interação entre cargas, a criação de campos elétricos e os processos de eletrização.

Carga elétrica e processos de eletrização

Historicamente, por meio de experimentações, foi observado que tanto os elétrons quanto os prótons apresentavam desvios em direções opostas ao passarem por ímãs, ao passo que os nêutrons não sofriam tal influência. Essa deflexão foi associada à característica denominada carga elétrica, sendo designado o atributo negativo para os elétrons e positivo para os prótons.

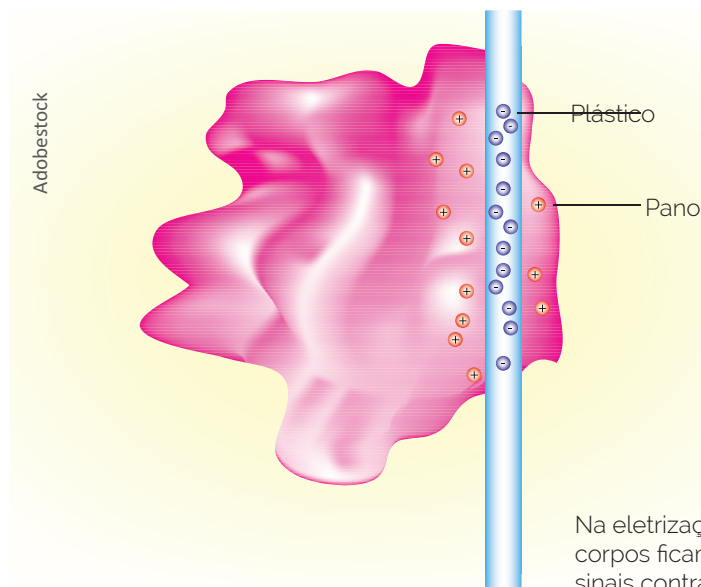
Observou-se que a quantidade de carga elétrica em um corpo carregado só existe em determinados valores, pois não se encontra meio elétron ou meio próton em um corpo. Assim, dizemos que a carga Q de um corpo é quantizada:

$$Q = \pm n \cdot e$$

Sendo n a quantidade de cargas (elétrons ou prótons) em excesso no corpo e e a carga elementar, com valor igual a $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ (positivo para prótons e negativos para elétrons).

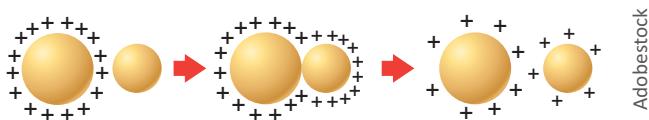
Para deixar um corpo eletrizado (com excesso de uma carga e falta de outra), existem alguns processos, sendo eles:

- **Eletrização por atrito:** após atritar dois corpos de diferentes materiais inicialmente neutros, ao separá-los um corpo perde e o outro ganha elétrons, ficando então carregados com cargas de sinais contrários.



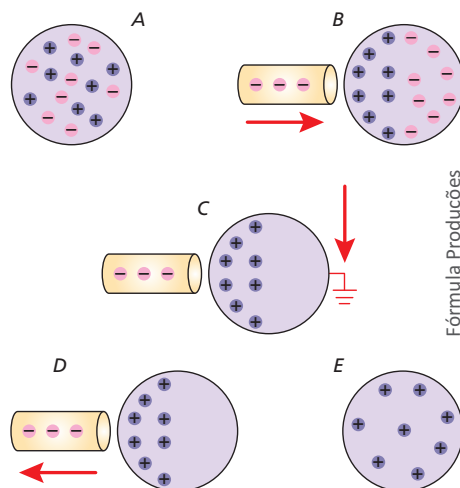
Na eletrização por atrito os corpos ficam com cargas de sinais contrários ao final.

- **Eletrização por contato:** ao colocar corpos em contato, se pelo menos um deles estiver eletrizado, elétrons se transferirão de um ao outro, deixando ambos eletrizados com cargas de mesmo sinal ao final do processo.



Na eletrização por contato os corpos ficam com cargas de mesmo sinal ao final.

- **Eletrização por indução:** **A** - um corpo eletricamente neutro (induzido) é colocado em proximidade com um corpo carregado (indutor), sem contato direto entre eles (**B**). Isso causa uma redistribuição temporária de cargas elétricas no corpo neutro (induzido), onde cargas opostas se separam, criando uma polarização elétrica. **C** - Liga-se o corpo induzido à terra, fazendo com que as cargas passem dele para a terra ou vice-versa. **D** - afasta-se o corpo indutor, deixando o induzido carregado com carga de sinal contrário ao do indutor (**E**).



Processo de eletrização por indução.

Atividades resolvidas

R1. (IFSP) A tabela a seguir mostra a série triboelétrica.

Através dessa série é possível determinar a carga elétrica adquirida por cada material quando são atritados entre si. O isopor ao ser atritado com a lã fica carregado negativamente. O vidro ao ser atritado com a seda ficará carregado:

- positivamente, pois ganhou prótons.
- positivamente, pois perdeu elétrons.
- negativamente, pois ganhou elétrons.
- negativamente, pois perdeu prótons.
- com carga elétrica nula, pois é impossível o vidro ser eletrizado.

Pele de coelho	
Vidro	
Cabelo humano	
Mica	
Lã	+
Pele de gato	↑
Seda	
Algodão	
Âmbar	
Ebonite	↓
Poliéster	
Isopor	
Plástico	-

Resolução

Ao observarmos a tabela, é evidente que o vidro ocupa uma posição superior em relação à seda. De acordo com a regra da série triboelétrica, isso implica que o vidro se carregará positivamente, pois cede elétrons à lã (o vidro perde elétrons), ocasionando uma carga negativa nesta. Portanto, a resposta é a alternativa B.

R2. Considere um corpo com carga elétrica de +1,0 C e responda:

- a) Esse corpo possui elétrons ou prótons em excesso?
- b) Qual o valor do número de cargas em excesso nesse corpo?
- c) A carga de valor +1,0 C é baixa ou alta para os parâmetros cotidianos?

Resolução

a) Como a carga é positiva, ele possui prótons em excesso.

b) Nesse caso:

$$Q = n \cdot e \Rightarrow n = \frac{Q}{e} = \frac{1,0 \text{ C}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}} = 0,625 \cdot 10^{19} = 6,25 \cdot 10^{18} \text{ prótons}$$

c) Considerando a quantidade de elétrons livres que seriam necessários movimentar para carregar um corpo com essa quantidade de carga, a carga de 1,0 C pode ser considerada alta para os parâmetros atuais. Por isso, geralmente as cargas são dadas em μC (10^{-6} C) ou mC (10^{-3} C), por exemplo.

Atividades

1. Considerando a série triboelétrica, ao atritarmos um pente de plástico com o cabelo humano, como ficará a carga do pente? Justifique.

2. Um corpo de carga $Q_1 = +Q$ é colocado em contato com um corpo 2 nulo ($Q_2 = 0$). Após a separação dos corpos, qual é a carga final de cada um?

3. No processo de eletrização por indução, se o corpo indutor estiver positivamente carregado, qual será o sinal da carga elétrica do induzido:

a) após ele ser aterrado e o indutor ser afastado?

b) se o indutor for afastado do induzido sem passar pelo aterramento.

4. Após determinado processo de eletrização, um corpo fica eletrizado com $3,2 \cdot 10^9$ elétrons em excesso. Qual a quantidade de carga desse corpo?

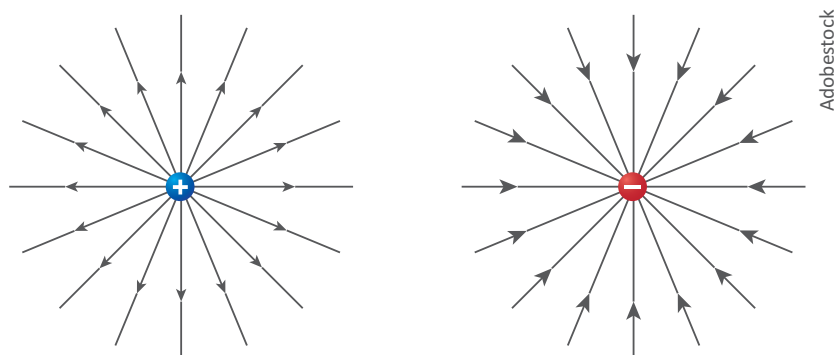
Campo e força

A noção de campo pode ser compreendida como uma grandeza física com caráter vetorial que caracteriza uma área de influência e que apresenta um valor associado em todos os pontos abrangidos pela influência. Por exemplo, conforme já observado no contexto da dinâmica, massas são responsáveis pela criação de campos gravitacionais, os quais atuam como mediadores da força gravitacional que atua entre duas massas. Na eletricidade, o conceito de campo elétrico guarda uma relação intrínseca com a noção de força elétrica, pois é definido como a razão entre a força elétrica exercida e a carga elétrica (q):

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$$

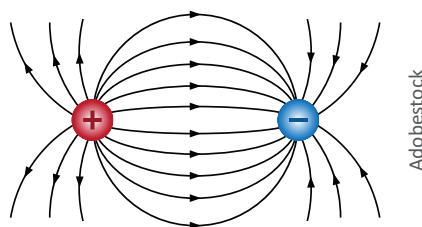
No SI, a unidade do campo elétrico é o newton por coulomb (N/C).

Como ambos, campo e força, são grandezas vetoriais, eles possuem intensidade, direção e sentido. O sentido do campo elétrico é dado pelo sinal da carga geradora Q e depende da configuração das cargas. Por convenção, as linhas de campo elétrico "saem" das cargas geradoras elétricas Q positivas e "entram" nas cargas geradoras elétricas Q negativas:



Cargas positivas geram campos elétricos de afastamento, e cargas negativas, de aproximação.

Se duas cargas geradoras de sinais opostos estão suficientemente próximas, o campo elétrico gerado terá a seguinte forma:



As linhas de campo sempre "saem" da carga negativa e "entram" na positiva.

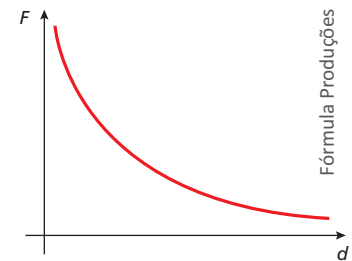
A intensidade da força elétrica entre duas partículas ou dois corpos carregados é dado pela Lei de Coulomb: considerando duas partículas carregadas, Q_1 e Q_2 , separadas por uma distância d , a força de atração ou repulsão entre elas é:

$$F = \frac{k \cdot |Q_1| \cdot |Q_2|}{d^2}$$

Na qual k é a constante eletrostática, que tem valor de $9,0 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$ no vácuo. Graficamente, dada a equação da Lei de Coulomb, a variação da força elétrica relacionada à distância entre as partículas tem o formato de uma hipérbole.

Já a intensidade do campo elétrico, considerando a Lei de Coulomb e a relação entre campo e força, é expressa da seguinte maneira:

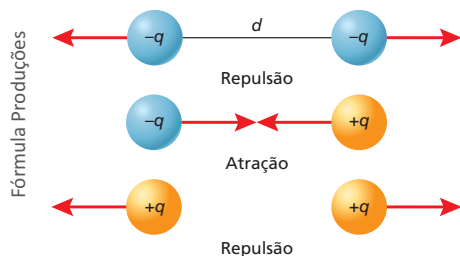
$$E = \frac{k \cdot Q}{d^2}$$



Quanto maior a distância, menor a intensidade da força elétrica entre as cargas.

Pelo campo elétrico, podemos definir o sentido da força elétrica de uma carga teste q colocada na região de interação do campo elétrico da carga geradora Q :

- Se q é positiva os vetores $\vec{F}$ e $\vec{E}$ têm o mesmo sentido.
- Se q é negativa os vetores $\vec{F}$ e $\vec{E}$ têm sentidos opostos.



Cargas de mesmo sinal sofrem força elétrica repulsiva, e de sinais contrários, força elétrica atrativa.

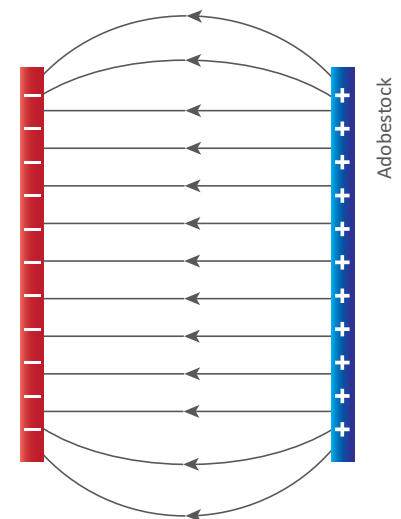
Assim, experimentalmente pode-se observar que cargas de sinais contrários se atraem e de sinais iguais se repelem:

Uma configuração particularmente interessante do campo elétrico é o **campo elétrico uniforme**, gerado, por exemplo, por duas placas paralelas carregadas, ignorando os efeitos das bordas, conforme a figura a seguir:

Se uma carga teste q é colocada na região de campo elétrico uniforme, a força elétrica é igual à força resultante ($m \cdot a = q \cdot E$), assim a carga executa um movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV), cuja intensidade da aceleração será:

$$a = \frac{q \cdot E}{m}$$

Já se a carga q for lançada na região de campo elétrico uniforme com uma velocidade inicial v perpendicularmente às linhas de campo, ela apresentará uma trajetória parabólica em vez de retilínea.



Ignorando o efeito das bordas, centralmente às placas temos um campo elétrico uniforme.

Atividades resolvidas

R3. O conceito de campo elétrico assume significativa importância na compreensão de fenômenos elétricos e na interação entre corpos carregados. Com relação a esse conceito, avalie as afirmações a seguir classificando-as como verdadeiras (V) ou falsas (F):

- I. Para termos um campo elétrico, precisamos de pelo menos duas cargas elétricas.
- II. Dado um campo elétrico em um ponto, uma carga de prova nesse ponto fica sujeita a uma força elétrica.
- III. Uma carga elétrica positiva gera um campo elétrico com linhas entrando nela.
- IV. Quanto maior a distância da carga até um ponto, maior será o campo elétrico.
- V. O gráfico $E \times d$ de uma carga geradora deve ser uma curva descendente.
- VI. O campo resultante em um ponto devido a várias cargas geradoras será igual à soma vetorial do campo gerado no ponto por cada carga.
- VII. O campo elétrico em um ponto é sempre perpendicular a alguma linha de força gerada pela carga geradora.

Resolução

- I. Verdadeira. O campo elétrico depende apenas da carga geradora, não é necessário ter duas cargas.
- II. Verdadeira. Pela relação de campo e força, temos: $F = q \cdot E$.
- III. Falsa. Cargas positivas, por convenção, geram campo elétrico de afastamento.
- IV. Falsa. Pela equação $E = k \cdot \frac{|Q|}{d^2}$ é justamente o contrário.
- V. Verdadeira. A distância decai com o quadrado da distância, então temos uma curva descendente.
- VI. Verdadeira. O campo resultante é dado pela soma vetorial das n cargas:
$$\vec{E}_p = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 + \dots + \vec{E}_n$$
- VII. Falsa. O campo é sempre tangente à linha de força, não perpendicular.

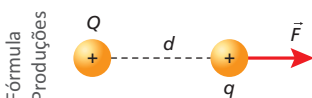
Atividades

5. Considere que uma carga de prova de $q = -0,8 \text{ nC}$ é colocada a $1,0 \text{ m}$ da carga geradora ($Q = +6,0 \text{ } \mu\text{C}$) de campo elétrico. Nessa situação, calcule:

- a) a intensidade do campo elétrico no ponto em que está a carga de prova;
- b) a intensidade da força elétrica a que fica sujeita a carga de prova.

Energia, trabalho e potencial elétrico

Colocando uma carga teste q em uma região de campo elétrico gerado pela carga Q , como na figura a seguir, a carga teste ganha uma energia chamada de **energia potencial elétrica**:



Que pode ser calculada por:

$$E_{pe} = \frac{k \cdot Q \cdot q}{d}$$

No movimento, a força elétrica está executando um trabalho sobre a carga. Dado um ponto P qualquer em um campo elétrico, definimos o potencial elétrico, uma grandeza escalar que dá uma ideia da energia potencial elétrica que uma partícula colocada no campo ganharia:

$$V_P = \frac{k \cdot Q}{d}$$

Essas duas grandezas têm a seguinte relação:

$$E_{pe} = q \cdot V$$

Visto que energia é mensurada em joule e carga em coulomb, no SI a unidade do potencial elétrico é o joule por coulomb, que recebe o nome de volt: $1 \text{ V} = 1 \text{ J/C}$.

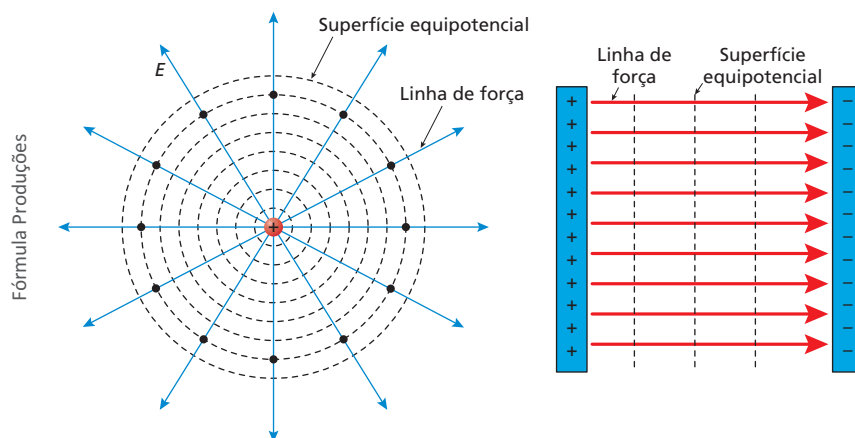
Finalmente, sabendo dessas relações, temos que o trabalho da força elétrica para levar uma carga de um ponto A para um ponto B depende da diferença de potencial entre esses dois pontos:

$$\tau = q \cdot (V_A - V_B)$$

Essa diferença de potencial (ddp) entre dois pontos é também chamada de tensão elétrica, em geral representada por U :

$$U = V_A - V_B$$

Como depende da distância, todos os pontos a uma mesma distância da carga geradora ou das placas geradoras têm o mesmo valor de potencial, sendo essas regiões chamadas de superfícies equipotenciais. Observe o esquema:



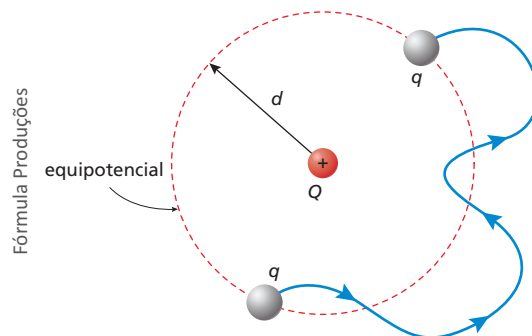
No caso do campo elétrico uniforme, é possível mostrar que a ddp entre dois pontos é:

$$U = E \cdot d$$

Sendo d a distância entre os dois pontos.

Atividades resolvidas

R4. Observe a situação a seguir na qual uma carga de prova q é levada de um ponto 1 a um ponto 2 na região de um campo elétrico gerado por uma carga Q :



Qual o valor do trabalho elétrico para levar essa carga de 1 a 2?

Resolução

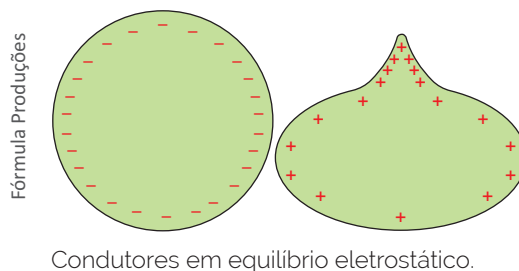
Na figura, devemos observar que ambos os pontos estão à mesma distância d da carga, ou seja, estão em uma superfície equipotencial, então $V_1 = V_2$, portanto $U = V_1 - V_2 = 0 \Rightarrow \tau = q \cdot (V_A - V_B) = q \cdot 0 = 0$. Assim, nesse caso o trabalho é nulo.

Atividades

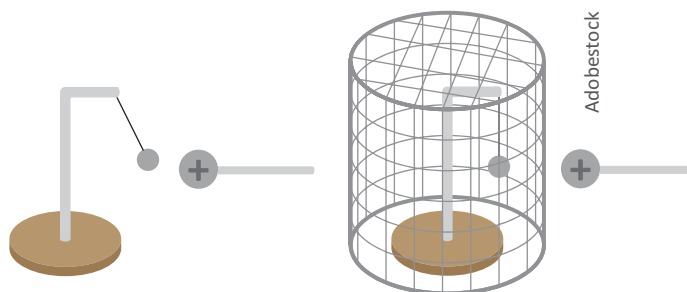
6. Em determinada experimentação controlada em laboratório, sabe-se que a energia potencial elétrica de uma carga puntiforme em um determinado ponto é de $3,81 \cdot 10^{-10} \text{ J}$. Se o módulo dessa carga é $3,0 \cdot 10^{-12} \text{ C}$, qual o valor do potencial elétrico nesse ponto?

Equilíbrio eletrostático

Quando a corrente elétrica não está fluindo por um condutor eletrizado, podemos afirmar que ele se encontra em um estado de equilíbrio eletrostático. As cargas elétricas se dispõem ao longo das superfícies externas, tendendo a se acumular mais nas regiões de maior curvatura, caracterizando o fenômeno conhecido como **efeito de pontas**, como ilustrado no diagrama a seguir:



Nos condutores em equilíbrio eletrostático, observam-se algumas características distintas. No interior desses condutores, o campo elétrico é nulo, e todos os pontos apresentam o mesmo valor de potencial elétrico. No entanto, no exterior dos condutores, o campo



Gaiola de Faraday: no interior da gaiola metálica o campo elétrico é nulo, portanto a esfera não é atraída pelo corpo carregado.

elétrico é diferente de zero, contribuindo para um ambiente eletricamente desigual em relação ao interior. O aparato chamado **gaiola de Faraday** se aproveita dessas características para fazer uma blindagem eletrostática.

Para um condutor elétrico esférico de raio R em equilíbrio, o campo elétrico em sua superfície é:

$$E = \frac{1}{2} \cdot \frac{kQ}{R^2}$$

O potencial elétrico em um ponto dentro do condutor e na superfície é:

$$V = \frac{kQ}{R}$$

E a uma distância d do condutor:

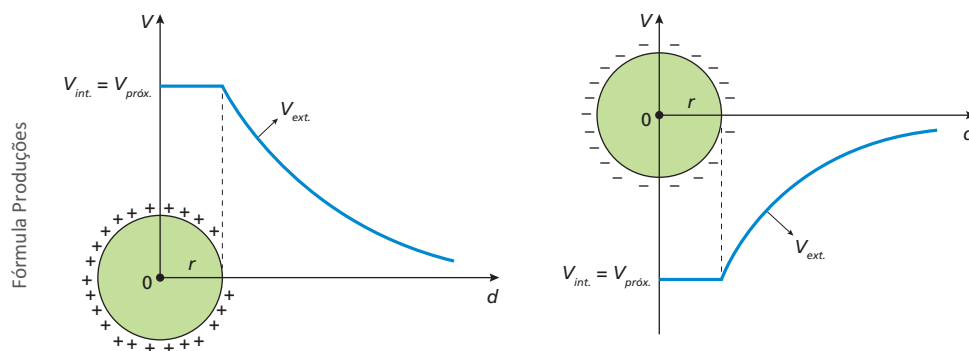
$$V = \frac{kQ}{d}$$

Atividades resolvidas

R5. Considerando as expressões de cálculo do potencial elétrico de um condutor esférico dadas anteriormente, esboce um gráfico $V \times d$ para o condutor positivamente carregado em equilíbrio.

Resolução

Temos no interior $V = \frac{kQ}{R}$ e no exterior $V = \frac{kQ}{d}$, assim, considerando as cargas positivas e negativas, temos:



Resumo

Carga elétrica

Corpos eletrizados positivamente têm falta de elétrons (excesso de prótons) e corpos eletrizados negativamente têm excesso de elétrons.

A quantidade de carga em um corpo eletrizado é: $Q = n \cdot e$, sendo $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

Processos de eletrização

Por atrito: cargas são transferidas entre objetos por fricção, resultando em ganho e perda de elétrons, levando a cargas de sinais opostos nos objetos.

Por contato: cargas elétricas são transferidas entre objetos em contato direto, igualando suas cargas, resultando em cargas de sinais iguais nos objetos.

Por indução: um corpo eletrizado influencia a distribuição de cargas em um corpo neutro próximo. Após o aterramento, os corpos ficam com cargas de sinais contrários.

Força elétrica

Lei de Coulomb: $F = \frac{k \cdot |Q_1| \cdot |Q_2|}{d^2}$

Campo elétrico

Relação entre campo e força elétrica: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$

Campo elétrico de carga puntiforme: $E = \frac{k \cdot Q}{d^2}$

Energia, trabalho e potencial elétrico

Energia potencial elétrica: $E_{pe} = \frac{k \cdot Q \cdot q}{d}$

Potencial elétrico: $V_p = \frac{k \cdot Q}{d}$

Relação entre energia e potencial: $E_{pe} = q \cdot V$

Diferença de potencial (ddp): $U = V_A - V_B$

Trabalho elétrico: $\tau = q \cdot (V_A - V_B) = qU$

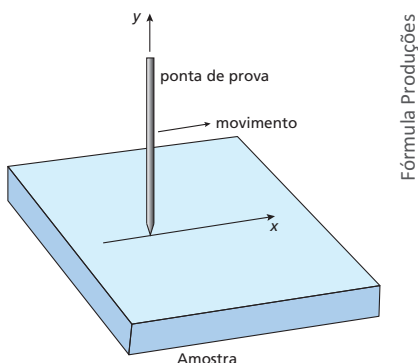
Campos elétricos uniformes: $U = E \cdot d$

Potencial de condutor esférico eletrizado: $V = \frac{kQ}{R}$ (interno); $V = \frac{kQ}{d}$ (externo).

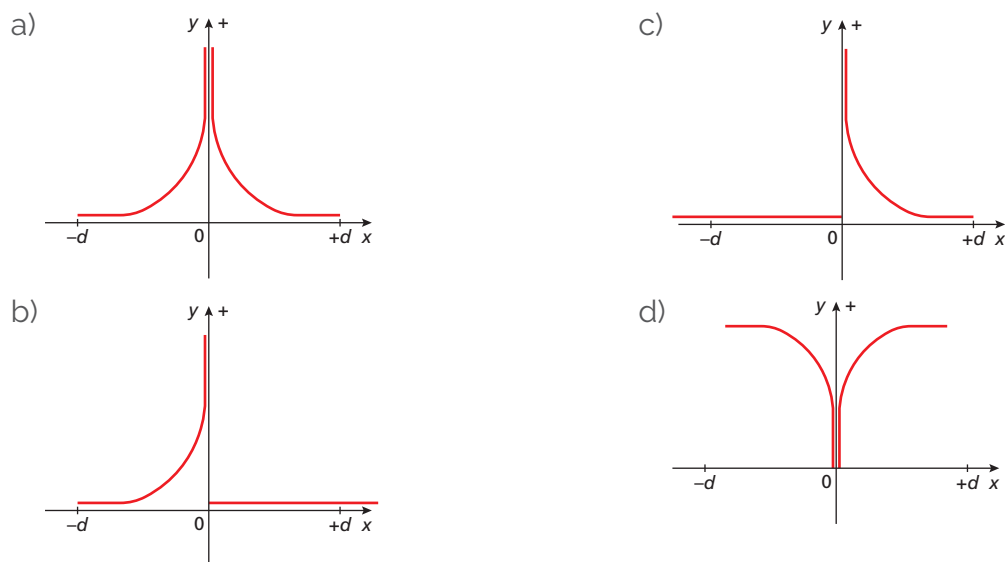
Avalie o que aprendeu

1. (Eear) Os microscópios de força atômica funcionam com base na força de repulsão (Força de Coulomb) entre os núcleos atômicos e uma haste muito fina carregada, chamada de ponta de prova.

Uma dessas pontas de prova é colocada verticalmente sobre uma amostra plana fixada na horizontal. A ponta de prova varre a amostra horizontalmente, conforme figura a seguir.



Suponha que essa ponta de prova esteja carregada positivamente e ao aproximar de um núcleo atômico meça a força de repulsão ao mesmo. E que essa força seja marcada no eixo y do gráfico como positiva e que o movimento de aproximação da ponta de prova se dê no eixo x do valor $-d$ ao valor $+d$. Nessas condições, assinale a alternativa que apresenta o gráfico que corresponde ao valor da força medida pela ponta de prova.



2. (Uece) O filósofo Tales de Mileto percebeu que, ao esfregar âmbar com pele de carneiro, pedaços de madeira eram atraídos pelo âmbar. Em 1672, Otto von Guericke inventou uma máquina capaz de eletrizar uma esfera de enxofre. A partir daí, é possível citar várias inovações relacionadas à eletricidade: a criação do para-raios por Benjamin Franklin; as observações de Hans Christian Ørsted relacionadas a um fio percorrido por uma corrente elétrica que interage com agulha de uma bússola e a equação por meio da qual se estabelece uma relação entre a eletricidade e o magnetismo, formalizada em 1831 por Michael

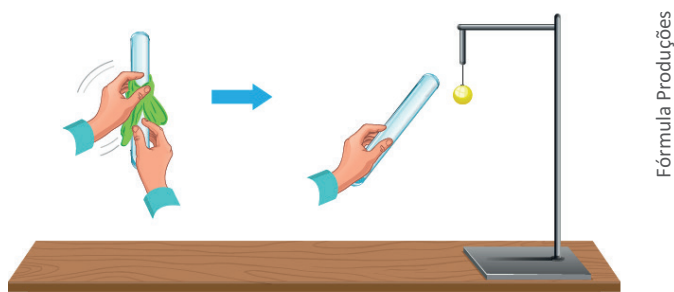
Faraday. Os fatos descritos anteriormente estão relacionados ao eletromagnetismo. Sobre cargas elétricas, é correto afirmar que:

- a) quando estão em movimento, geram campo magnético, porém não geram campo elétrico.
- b) quando estão em repouso, geram campos elétrico e magnético.
- c) quando estão em repouso, geram campo elétrico de natureza conservativa.
- d) nos processos de eletrização, é possível haver transferência de prótons ou de elétrons de um corpo para outro.

3. (Eear) Duas esferas metálicas e eletricamente neutras, X e Y, são montadas sobre bases diferentes, ambas feitas de material isolante. Inicialmente, a esfera metálica X está próxima a um bastão negativamente carregado, sem tocá-lo. Em seguida, outra esfera Y toca a esfera X e, nesse momento, ambas as esferas estão sujeitas ao campo elétrico gerado pelo bastão. Com o bastão carregado ainda próximo de X, a esfera Y é afastada de X e, em seguida, o bastão é afastado de ambas, cessando a ação do seu campo elétrico. Assinale corretamente a alternativa que indica, respectivamente, as cargas das esferas X e Y logo após o afastamento do bastão carregado.

- a) Neutra e neutra.
- b) Positiva e positiva.
- c) Negativa e positiva.
- d) Positiva e negativa.

4. (UFAM) Num experimento realizado no Laboratório de Eletricidade, um grupo de alunos montou um pêndulo eletrostático, formado por uma pequena esfera metálica condutora, eletricamente neutra e suspensa por um fio isolante de seda. Em seguida, eletrizaram um bastão de vidro por atrito com uma flanela de lã e aproximaram-no lentamente da esfera até tocá-la:



A partir dessas informações, podemos afirmar que:

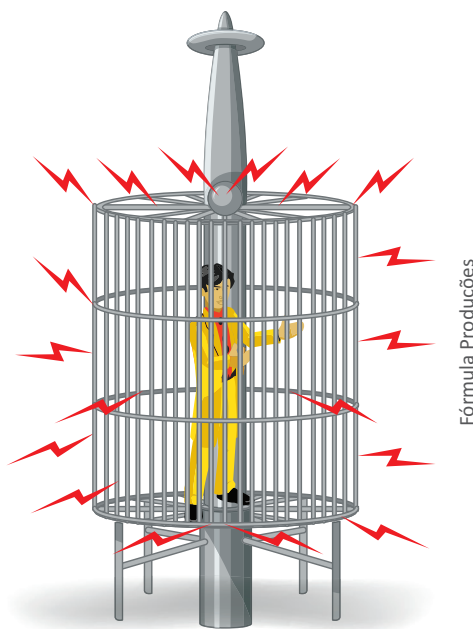
- I. O bastão ficou eletrizado positivamente porque o vidro está abaixo da lã na série triboelétrica.
- II. Os alunos observaram que a bolinha foi atraída pelo bastão durante sua aproximação.
- III. Após o toque com o bastão, a bolinha passou a ser repelida por ele.

Assinale a alternativa CORRETA:

- a) Somente a afirmativa II é verdadeira.
- b) Somente as afirmativas I e III são verdadeiras.
- c) Somente as afirmativas II e III são verdadeiras.
- d) Somente as afirmativas I e III são verdadeiras.
- e) Todas as afirmativas são verdadeiras.

5. (FGV) A gaiola de Faraday é um curioso dispositivo que serve para comprovar o comportamento das cargas elétricas em equilíbrio.

A pessoa em seu interior não sofre descarga.



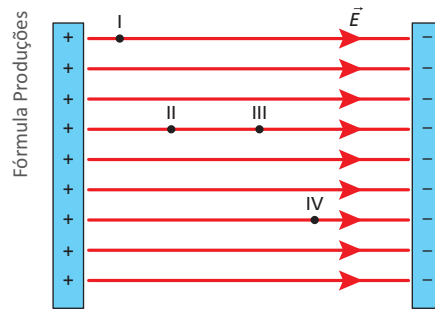
Dessa experiência, conclui-se que o campo elétrico no interior da gaiola é:

- a) uniforme e horizontal, com o sentido dependente do sinal das cargas externas.
- b) nulo apenas na região central onde está a pessoa.
- c) mais intenso próximo aos vértices, pois é lá que as cargas mais se concentram.
- d) uniforme, dirigido verticalmente para cima ou para baixo, dependendo do sinal das cargas externas.
- e) inteiramente nulo.

6. (UPF) Em eletricidade, é considerado essencial o estudo do movimento de cargas elétricas sob efeito de campos elétricos. Considerando uma carga elétrica q pontual e positiva, abandonada e em repouso, num ponto do espaço onde existe um campo elétrico uniforme, podemos dizer que seu comportamento é descrito nas afirmações a seguir, exceto:

- a) A carga q experimenta a ação de uma força elétrica na mesma direção e sentido do campo elétrico.
- b) A carga q irá se mover da região de maior potencial elétrico para a de menor potencial elétrico.
- c) O trabalho efetuado pela força elétrica sobre a carga q durante o seu deslocamento faz aumentar a energia cinética da carga.
- d) Enquanto a carga se movimenta, a sua energia potencial elétrica aumenta.
- e) O movimento da carga q no campo elétrico obedece à Segunda Lei de Newton.

7. (UERJ) Na ilustração, estão representados os pontos I, II, III e IV em um campo elétrico uniforme.



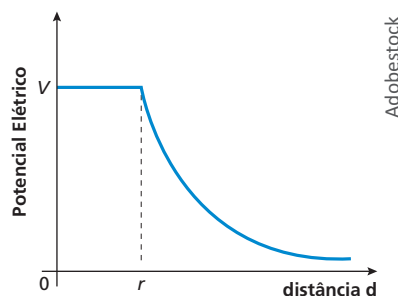
Uma partícula de massa desprezível e carga positiva adquire a maior energia potencial elétrica possível se for colocada no ponto:

- a) I
- b) II
- c) III
- d) IV

8. (Espcex) Três esferas condutoras A, B e C, de mesmo raio, possuem cargas elétricas respectivamente iguais a $-2 \mu\text{C}$, $-10 \mu\text{C}$ e $+12 \mu\text{C}$. A esfera A é colocada em contato com a esfera B e, em seguida, as duas são afastadas. Após um intervalo de tempo, a esfera A é posta em contato com a esfera C. Considerando que as esferas trocaram cargas apenas entre si, ao final do processo, a carga elétrica de A será:

- a) $+6 \mu\text{C}$
- b) $+3 \mu\text{C}$
- c) $0 \mu\text{C}$
- d) $-3 \mu\text{C}$
- e) $-6 \mu\text{C}$

9. (UEG) O gráfico a seguir apresenta o potencial criado por um condutor esférico de raio r carregado positivamente em função da distância d .



A esfera condutora está em equilíbrio eletrostático. Considerando a condição apresentada no gráfico, o potencial elétrico em:

- a) $d < r$ é dependente de d .
- b) $d < r$ é sempre negativo.
- c) $d > r$ reduz com $1/d^2$.
- d) $d = r$ se anula.
- e) $d > r$ decai com $1/d$.

10. (FCMSCSP) Uma esfera metálica homogênea, de raio 30 cm e eletricamente isolada, foi eletrizada até que seu potencial elétrico atingisse o valor de $3,0 \times 10^5$ V, considerando-se nulo o potencial no infinito. Após a eletrização, faz-se contato dessa esfera com outra esfera idêntica, inicialmente neutra e também eletricamente isolada. Considerando a constante eletrostática igual a 9×10^9 N·m²/C², a quantidade final de carga elétrica em excesso em cada esfera, depois do contato, é de:

- a) 8,0 mC
- b) 10,0 mC
- c) 5,0 mC
- d) 1,0 mC
- e) 2,0 mC



AdobeStock

Fotografia da cidade de Pouso Alegre, Minas Gerais, iluminada a noite.

Capítulo 2

Eletrodinâmica

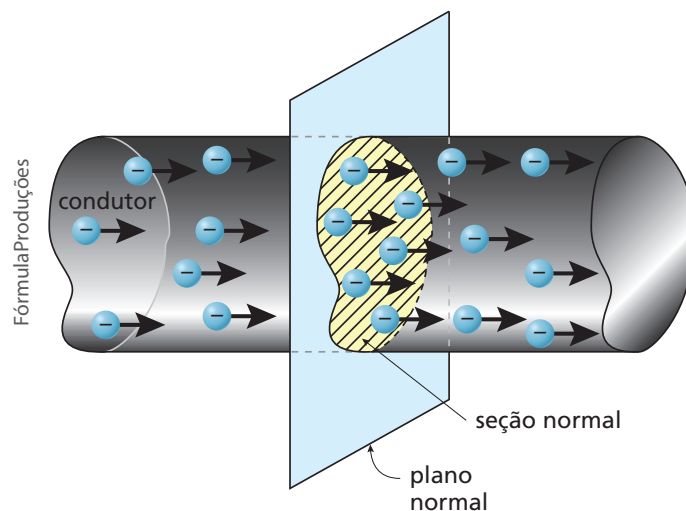
Podemos dizer que a descoberta e o domínio da energia elétrica foram dois dos maiores feitos tecnológicos alcançados pelo ser humano, pois toda a comodidade do mundo moderno, gerado a partir das tecnologias digitais que conhecemos atualmente, tem a energia elétrica como base de funcionamento. Sem ela, não teríamos carros modernos, aparelhos eletrônicos e a internet, que nos permite uma comunicação a nível mundial, por exemplo.

Neste capítulo vamos conhecer os principais conceitos da eletrodinâmica, área de estudo da Física relacionada aos fenômenos elétricos com as cargas elétricas em movimento ordenado. Esse estudo nos permitirá entender o funcionamento de muitas das tecnologias atuais que tem como base a eletricidade.

Corrente elétrica

A eletricidade é essencial para as comodidades do mundo moderno, sustentando uma vasta gama de tecnologias e serviços que fazem parte de nossas vidas diárias. Ela alimenta iluminação, aparelhos domésticos, comunicações, transporte e sistemas industriais, impulsionando o progresso e melhorando a qualidade de vida de bilhões de pessoas em todo o mundo. Neste capítulo, exploraremos os principais conceitos da eletrodinâmica, que se concentra na análise dos fenômenos elétricos envolvendo cargas em movimento através de condutores. Durante este estudo, conheceremos vários componentes elétricos presentes nos circuitos, tais como resistores, geradores, receptores, entre outros dispositivos.

A medição do transporte de energia elétrica através de um condutor é realizada pela corrente elétrica. Nesse processo, uma diferença de potencial alinha as cargas elétricas, resultando em um movimento ordenado, conforme exemplificado na figura:

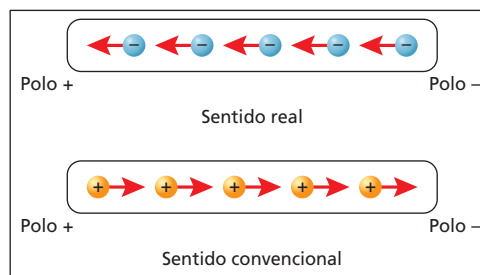


A intensidade da corrente elétrica (i) é definida como a medida da quantidade de carga (Q) que atravessa uma determinada seção de área por unidade de tempo (t):

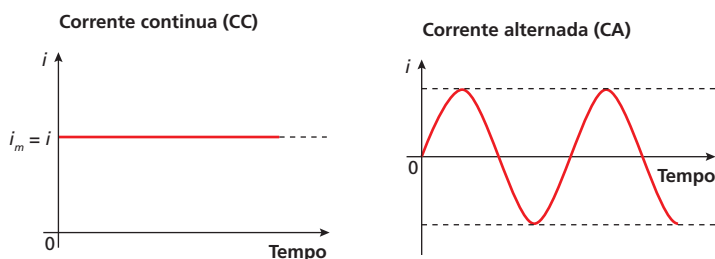
$$i = \frac{Q}{t}$$

No SI, a intensidade da corrente elétrica é dada em ampères (A), a quantidade de carga Q em coulombs (C) e o tempo em segundos (s), então $1 \text{ A} = 1 \text{ C/s}$.

Devido a considerações históricas, estabelecemos duas direções para a corrente elétrica: o **sentido convencional**, no qual considera-se que são as cargas positivas (prótons) que se deslocam do polo positivo para o polo negativo; e o **sentido real**, revelado quando se constatou que são as cargas negativas (elétrons) que se movem, indo do polo negativo para o polo positivo, observe o esquema:



Além disso, a corrente elétrica pode ser **contínua**, apresentando sempre a mesma intensidade e sentido com o passar do tempo, ou pode ser **alternada**, na qual a intensidade e o sentido da corrente variam no tempo. Graficamente, temos:



Atividades resolvidas

R1. Um fio condutor possui uma corrente elétrica de 2 ampères. Se essa corrente fluir através do fio por um período de 5 minutos, qual será a quantidade total de carga elétrica que passou pelo fio durante esse tempo?

Resolução

Primeiro, vamos usar a fórmula que relaciona a corrente elétrica (i) com a quantidade de carga (Q) e o tempo (t):

$$i = \frac{Q}{t} \Rightarrow Q = i \cdot t$$

Como o tempo fornecido é em minutos, precisamos converter para segundos:

$$1 \text{ minuto} = 60 \text{ segundos, então: } t = 5 \cdot 60 = 300 \text{ s}$$

Agora podemos calcular a quantidade de carga:

$$Q = 2 \text{ A} \cdot 300 \text{ s} = 600 \text{ C}$$

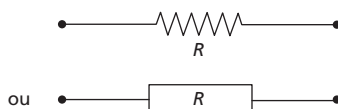
Portanto, a quantidade total de carga elétrica que passou pelo fio durante esse período de tempo foi de 600 coulombs.

Atividades

1. Um aparelho elétrico consome uma quantidade de carga de 2400 coulombs ao longo de um período de 4 minutos. Qual é a corrente elétrica que passa através desse aparelho?

Leis de Ohm

Os resistores elétricos desempenham o papel de transformar energia elétrica em energia térmica, um fenômeno conhecido como efeito Joule, que acontece ao permitir a passagem de corrente elétrica. Exemplos do cotidiano incluem os resistores presentes em dispositivos como chuveiros elétricos, aquecedores e ferros de passar roupa. No contexto dos circuitos, os resistores elétricos costumam ser representados da seguinte forma:



Todo resistor está associado a uma medida de sua resistência elétrica (R), que é dada pelas chamadas Leis de Ohm, em homenagem a Georg Simon Ohm (1789-1854), um físico e matemático alemão, que chegou empiricamente nestas leis:

- **1ª Lei de Ohm:** estabelece que a corrente elétrica (i) que passa por um condutor ôhmico é diretamente proporcional à diferença de potencial (U) aplicada e inversamente proporcional à resistência (R) desse condutor. Matematicamente:

$$\frac{U}{i} = R \Rightarrow U = R \cdot i$$

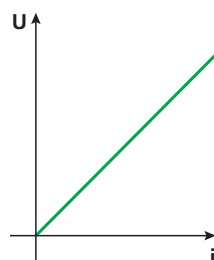
Sendo R a medida da resistência elétrica, dada no SI em ohms (Ω), U em volts (V) e i em ampères (A).

- **2ª Lei de Ohm:** a resistência elétrica (R) em um condutor ôhmico demonstra uma relação diretamente proporcional ao comprimento (L) do condutor e inversamente proporcional à área (A) de sua seção transversal. Matematicamente:

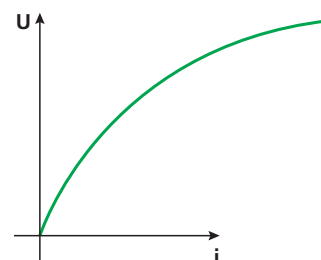
$$R = \frac{\rho \cdot L}{A}$$

Sendo que ρ é a constante de resistividade do material.

Observe a seguir os gráficos característicos de resistores ôhmicos (isto é, que seguem as leis de Ohm) e de resistores não ôhmicos.



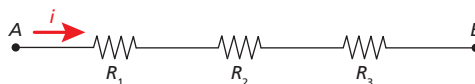
Condutor linear
ou ôhmico



Condutor não linear
ou não ôhmico

Quando a resistência desejada de um resistor não está disponível em um circuito, é possível criar o valor desejado associando múltiplos resistores. Essa associação pode ocorrer de três maneiras distintas, em série, em paralelo ou de forma mista:

- **Associação de resistores em série:** um resistor é conectado diretamente ao outro por um fio condutor, de maneira que a corrente elétrica que passa por eles é a mesma.



A diferença de potencial U em cada resistor é diferente, sendo a soma deles igual à diferença de potencial total:

$$U = U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_n$$

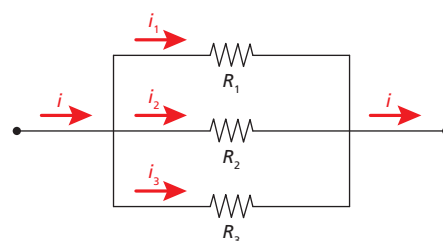
Sendo assim, como $U = R \cdot i$, a resistência equivalente da associação é a soma de todas as resistências da associação:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

Esse tipo de associação aumenta a resistência total do circuito.

- **Associação de resistores em paralelo:** Os resistores são agrupados ao serem ligados por condutores paralelos distintos, e, nessa configuração, todos eles estão submetidos à mesma diferença de potencial U .

Como a corrente se divide nos condutores, cada resistor é percorrido por uma corrente elétrica diferente, de modo que a corrente total é a soma das correntes que passam em cada condutor:



$$i = i_1 + i_2 + i_3 + \dots + i_n$$

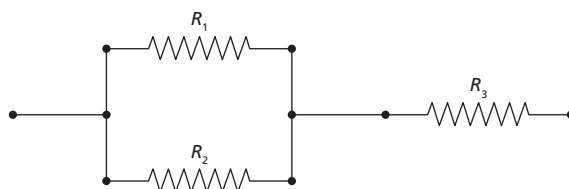
Sendo assim, como $U = R \cdot i \Rightarrow i = \frac{U}{R}$, a resistência equivalente da associação é calculada da seguinte forma:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

- **Associação mista de resistores:** envolve tanto resistores em paralelo quanto em série. Nestes cenários, os cálculos são realizados em etapas, até que a resistência equivalente seja reduzida.

Atividades resolvidas

R2. Um técnico eletricista foi consertar um determinado aparelho elétrico e encontrou a seguinte associação de resistores em uma parte do equipamento:



Sobre essa configuração:

a) Qual o tipo de associação?

b) Se $R_1 = 3 \, \Omega$, $R_2 = 6 \, \Omega$ e $R_3 = 9 \, \Omega$, qual é a resistência equivalente dessa associação?

Resolução

a) Os resistores 1 e 2 estão associados em paralelo, e, juntos, estão associados em série com o resistor 3, então temos uma associação mista de resistores.

b) Começando pela associação em paralelo com os resistores 1 e 2, como só temos 2 resistores associados, podemos usar a regra prática do produto pela soma:

$$R_{eq1} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{3 \cdot 6}{3 + 6} = \frac{18}{9} = 2 \, \Omega$$

Esse resistor equivalente está associado em série com o resistor de $9 \, \Omega$, então a resistência equivalente total do trecho é:

$$R_{eq2} = R_{eq1} + R_3 = 2 \, \Omega + 9 \, \Omega = 11 \, \Omega$$

Atividades

2. Considere três resistores: $R_1 = 10 \, \Omega$, $R_2 = 20 \, \Omega$ e $R_3 = 30 \, \Omega$. Você tem a opção de associá-los em série ou em paralelo. Desse modo:

a) Qual configuração de associação (em série ou em paralelo) resultará em uma resistência total menor? Justifique com cálculos.

b) Qual configuração de associação (em série ou em paralelo) resultará em uma resistência total maior? Justifique com cálculos.

Energia e potência

A quantidade de energia elétrica (E) utilizada por um resistor ou qualquer outro dispositivo elétrico pode ser calculada multiplicando-se a potência elétrica do dispositivo pelo tempo de operação:

$$E = \text{Pot} \cdot t$$

No Sistema Internacional de Unidades (SI), a energia E é medida em joules (J), a potência Pot em watts (W) e o tempo t em segundos (s). Entretanto, no dia a dia, uma unidade de medida de energia elétrica bastante comum é o **quilowatt-hora** (kWh), presente nas faturas de consumo de energia, por exemplo:

1 kWh corresponde à energia consumida em 1 hora por um aparelho de 1000 W de potência, sendo $1 \text{ kWh} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$.

A diferença de potencial ou tensão elétrica de um aparelho pode ser calculada em função da energia elétrica da seguinte forma:

$$U = \frac{E}{Q}$$

Considerando a equação da energia elétrica vista anteriormente e que $Q = i \cdot t$, podemos escrever uma equação para calcular a potência elétrica (Pot) de um aparelho como:

$$\text{Pot} = i \cdot U$$

Sendo Pot dada em watts (W), i em ampères (A) e U em volts (V). Já a potência elétrica dissipada por um resistor pode ser calculada das seguintes formas:

$$\text{Pot} = R \cdot i^2$$

ou

$$\text{Pot} = \frac{U^2}{R}$$

Atividades resolvidas

R3. Um aparelho elétrico tem uma potência de 800 watts (W) e é utilizado continuamente por 5 horas. O custo da energia elétrica é de R\$0,15 por quilowatt-hora (kWh). Qual será o custo total de usar esse aparelho durante o período de 5 horas?

Resolução

Primeiro, vamos converter a potência para quilowatts, pois a taxa de custo é dada em kWh: $800\text{W} = 800 \cdot \frac{1}{1000} = 0,8\text{ kW}$

Agora, podemos calcular a quantidade total de energia consumida pelo aparelho durante o período de 5 horas: $E = \text{Pot} \cdot t = 0,8\text{ kW} \cdot 5\text{ h} = 4\text{ kWh}$.

Finalmente, calculamos o custo total:

$\text{Custo} = \text{Energia} \times \text{Taxa de Custo} = 4\text{ kWh} \times 0,15\text{ reais/kWh} = 0,6\text{ reais}$

Portanto, o custo total de usar esse aparelho durante 5 horas será de R\$0,6.

Atividades

3. Um aquecedor elétrico possui uma potência de 1500 watts (W) e é usado diariamente por 3 horas. O custo da energia elétrica é de \$0,20 por quilowatt-hora (kWh). Qual será o custo mensal de usar esse aquecedor?

4. Um resistor com resistência de $10\ \Omega$ é percorrido por uma corrente elétrica de 2 A. Calcule, em kWh, o valor aproximado da quantidade de energia dissipada pelo resistor em 15 s de uso.

Circuitos elétricos

Os circuitos elétricos são formados por condutores ligados a resistores e outros aparelhos elétricos. Os **geradores** são aparelhos que transformam energia de qualquer natureza em energia elétrica, por exemplo pilhas, baterias, usinas etc.

Todo gerador tem associado uma força eletromotriz (f.e.m. ou ε), sendo a tensão elétrica nominal do gerador definida como a energia elétrica por carga elétrica:

$$\varepsilon = \frac{E}{q}$$

Como é uma tensão elétrica, a f.e.m. é medida em volts (V) no SI. A f.e.m. de um aparelho de potência elétrica Pot no qual percorre uma corrente elétrica i pode ser calculada como:

$$\varepsilon = \frac{Pot}{i}$$

No gerador, temos três tipos de potência: total P_T , útil P_U (utilizada para realização de trabalho) e dissipada P_D . A relação entre as potências é:

$$P_T = P_U + P_D$$

Sendo: $P_T = \varepsilon \cdot i$; $P_U = i \cdot U$; e $P_D = R \cdot i^2$.

A equação característica do gerador é:

$$U = \varepsilon - R \cdot i$$

E o rendimento do gerador:

$$\eta = \frac{U}{\varepsilon}$$

Se ligados em série, os geradores aumentam a f.e.m. total do circuito, no entanto a resistência interna também aumenta. Já na associação em paralelo, a f.e.m. permanece a mesma e a resistência interna diminui de acordo com o número n de geradores associados:

$$R_T = \frac{R}{n}$$

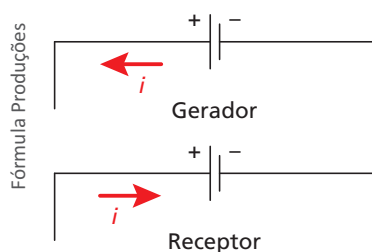
Dentre outros equipamentos, também encontramos nos circuitos elétricos os **receptores**, definidos como qualquer aparelho que transforme energia elétrica em outra forma de energia que não exclusivamente energia térmica, como ventilador, liquidificador e outros aparelhos eletrodomésticos. Os receptores possuem uma força contra eletromotriz (f.c.e.m ou ε'), também medida em volts (V), dada por:

$$\varepsilon' = \frac{P'_U}{i}$$

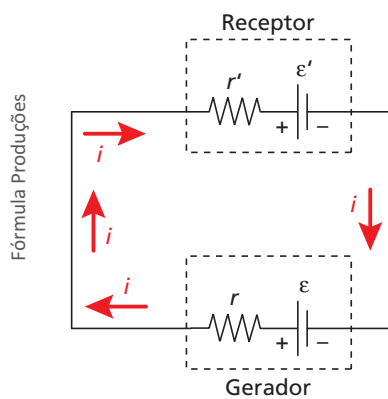
As mesmas potências que vimos para os geradores são válidas para os receptores, mas com a f.c.e.m. A equação característica do receptor é:

$$U = \varepsilon' + r' \cdot i$$

Os sinais de geradores e receptores ideais em um circuito elétrico são os seguintes:



Nos **circuitos elétricos simples**, encontramos apenas geradores e receptores ou resistores, conforme o exemplo da figura:



Aplicando a equação característica do gerador e do receptor, chegamos a:

$$i = \frac{\varepsilon - \varepsilon'}{r + r'}$$

Atividades resolvidas

R4. Considere um circuito elétrico contendo um gerador ideal com uma força eletromotriz (f.e.m) de 12V e um receptor com uma resistência interna de 8Ω e força contra eletromotriz (f.c.e.m) de 4V. Calcule a corrente elétrica que passa pelo circuito.

Resolução

A corrente elétrica no circuito pode ser encontrada pela relação entre a força eletromotriz (f.e.m) do gerador e a força contra eletromotriz (f.c.e.m) do receptor:

$$i = \frac{\varepsilon - \varepsilon'}{r + r'} = \frac{12\text{ V} - 4\text{ V}}{0 + 8\Omega} = 1\text{ A}$$

Portanto, a corrente elétrica que passa pelo circuito é 1A.

Atividades

5. Imagine um circuito elétrico contendo uma bateria com uma resistência interna de $1\ \Omega$ e força eletromotriz (f.e.m) de 10 V e um receptor com uma resistência interna de $5\ \Omega$ e força contra eletromotriz (f.c.e.m) de 4 V . Calcule a corrente elétrica que passa pelo circuito.

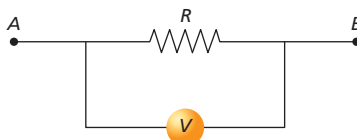
Medidores elétricos

Existem aparelhos específicos utilizados para medições de grandezas elétricas em circuitos elétricos, vamos conhecer os dois principais:

- **Amperímetro:** dispositivo de medição elétrica usado para medir a intensidade da corrente elétrica que flui através de um ponto específico de um circuito. Ele é conectado em série com o circuito, permitindo que a corrente passe por ele e seja medida. Um amperímetro ideal tem uma resistência interna nula.



- **Voltímetro:** instrumento de medição elétrica utilizado para mensurar a diferença de potencial elétrico ou tensão elétrica entre dois pontos em um circuito. Ele é conectado em paralelo com o componente ou circuito cuja tensão se deseja medir. Um voltímetro ideal tem uma resistência interna infinita.



Atividades resolvidas

R5. Sobre o uso de amperímetros e voltímetros, responda:

- Suponha que você deseja medir a corrente elétrica em um circuito. Como você conectaria o amperímetro?
- Como você conectaria o voltímetro para medir a tensão entre os terminais de um resistor?

Resolução

- O amperímetro deve ser conectado em série com o circuito, de forma que a corrente flua através dele.
- O voltímetro deve ser conectado em paralelo aos terminais do resistor, para medir a diferença de potencial entre eles.

Atividades

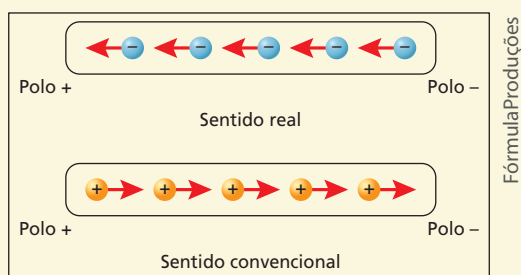
6. Sobre o uso dos medidores elétricos, qual é a principal diferença entre um amperímetro e um voltímetro?

7. Por que é importante conectar o amperímetro e o voltímetro corretamente em um circuito?

Resumo

Corrente elétrica

$$i = \frac{Q}{t}, \text{ sendo } Q = n \cdot e,$$



Leis de Ohm

Primeira Lei: $U = R \cdot i$;

Segunda Lei: $R = \frac{\rho \cdot L}{A}$.

Associação de resistores

Em série: $R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$;

Em paralelo: $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$.

Energia e potência

Relação entre energia e potência: $E = \text{Pot} \cdot t$;

Ddp e energia: $U = \frac{E}{Q}$.

Potência: $\text{Pot} = i \cdot U$;

Potência dissipada: $\text{Pot} = R \cdot i^2$ e $\text{Pot} = \frac{U^2}{R}$.

Circuitos elétricos

Força eletromotriz (f.e.m ou ε): $\varepsilon = \frac{E}{q}$ e $\varepsilon = \frac{\text{Pot}}{i}$;

Equação do gerador: $U = \varepsilon - R \cdot i$;

Rendimento do gerador: $\eta = \frac{U}{\varepsilon}$.

Força contra eletromotriz (f.e.m ou ε'): $\varepsilon' = \frac{P'_U}{i}$;

Equação do receptor: $U = \varepsilon' + r' \cdot i$;

Corrente elétrica em circuito simples: $i = \frac{\varepsilon - \varepsilon'}{r + r'}$.

Medidores elétricos

Amperímetro: mede corrente elétrica, devendo ser colocado em série com o circuito;

Voltímetro: mede tensão elétrica, devendo ser colocado em paralelo com o circuito.

Avalie o que aprendeu

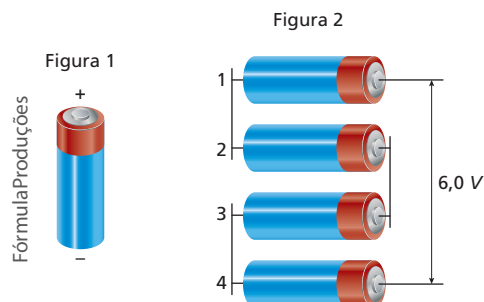
1. (Fatec) Com o intuito de diminuir significativamente a geração de resíduos, têm-se estimulado a redução de consumo, a reciclagem e o reuso de dispositivos eletrônicos. Atualmente, um dos grandes vilões do meio ambiente é o descarte de baterias.

Apesar da criação das baterias recarregáveis, o problema ainda persiste. Esse é um dos motivos pelo qual a produção em larga escala de carros elétricos tem sofrido resistência. Devido a essa necessidade de diminuição de resíduos, as indústrias têm investido no sentido de ampliar a durabilidade e a capacidade de operação dessas baterias. Uma das grandezas físicas utilizada para aferir a capacidade dessas baterias tem como unidade de medida "A · h"

É correto afirmar que essa unidade de medida se refere à grandeza física:

- a) carga elétrica.
- b) corrente elétrica.
- c) potencial elétrico.
- d) resistência elétrica.
- e) capacitância elétrica.

2. (FMJ) Uma pessoa comprou quatro pilhas de 1,5 V cada uma, como mostra a figura 1, para colocar em um aparelho que funciona com 6,0 V. Após colocá-las no aparelho, conforme mostra a figura 2, verificou que o aparelho não funcionava.



Para que o aparelho funcione normalmente, a pessoa deve inverter:

- a) apenas as pilhas 1 e 3.
- b) todas as pilhas.
- c) apenas a pilha 1.
- d) apenas as pilhas 2 e 4.
- e) apenas a pilha 4.

3. (UFGD) As telas sensíveis ao toque, ou *touch screen*, vêm substituindo as telas convencionais nos mais diversos dispositivos eletrônicos, como celulares, computadores, etc. Essas telas são equipadas com sensores capazes de detectar o toque por meio da pressão exercida na tela. Diferentes tecnologias podem ser utilizadas na construção desses dispositivos; um exemplo é a tela resistiva que é composta por três finas camadas, tal que uma corrente elétrica de baixa intensidade passa entre a camada resistiva e capacitiva, enquanto a tela está ligada. Isso posto, se a tela *touch screen* de um dispositivo eletrônico ficar ligada por 2 horas, com uma corrente elétrica de 0,03 A, qual será a quantidade de carga elétrica que circula na tela durante esse tempo de uso?

- a) 0,6 C.
- b) 3,6 C.
- c) 50 C.
- d) 108 C.
- e) 216 C.

4. (UECE) Considere duas pilhas de 1,5 V ligadas em paralelo (com os polos iguais entre si) e conectadas a um resistor ôhmico de $15\ \Omega$. A corrente elétrica que passa pelo resistor, em ampères, é:

- a) 1,0
- b) 0,1
- c) 2,0
- d) 0,2

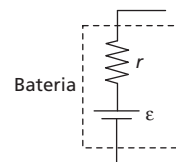
5. (USCS) Frequentemente, os meios de comunicação informam que o chuveiro é um dos equipamentos que mais consome energia elétrica nas residências. A quantidade de energia elétrica consumida por um chuveiro depende:

- a) da quantidade de água aquecida e do tempo que fica ligado.
- b) da diferença de potencial em que é ligado e da quantidade de água aquecida.
- c) do tempo que fica ligado e da sua potência.
- d) da sua potência e da diferença de potencial em que é ligado.
- e) do tempo que fica ligado e da diferença de potencial em que é ligado.

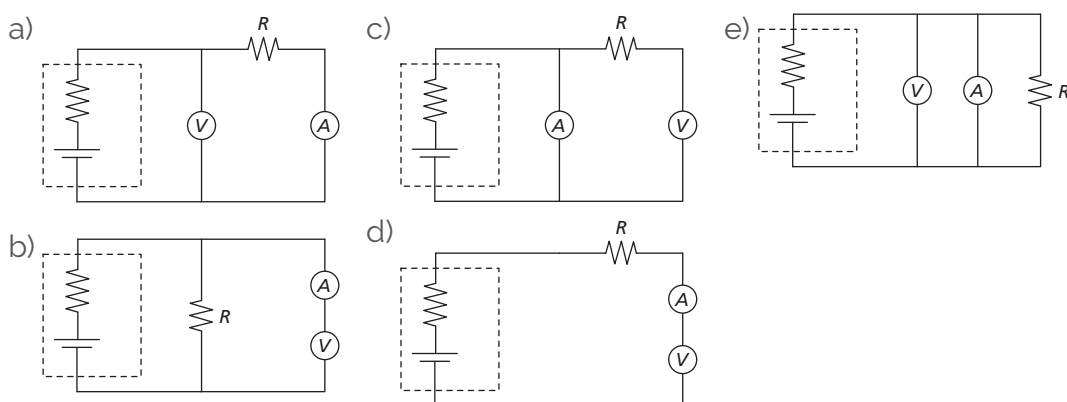
6. (UECE) Duas lâmpadas incandescentes são praticamente iguais, exceto pelo filamento de uma, que é mais espesso que o da outra. Se ligadas à rede elétrica,

- a) a lâmpada com filamento de menor espessura terá mais brilho.
- b) as duas lâmpadas terão o mesmo brilho.
- c) a lâmpada com filamento de maior espessura terá mais brilho.
- d) as duas lâmpadas emitirão a mesma quantidade de calor por efeito Joule.

7. (Enem) Baterias são dispositivos que acumulam energia e estão presentes em inúmeros aparelhos portáteis. Uma bateria ideal não possui resistência interna. Entretanto, baterias reais apresentam resistência interna disponibilizando uma tensão efetiva V inferior à sua tensão nominal ε , conforme a figura. Uma vez que se sabe o valor da tensão nominal da bateria, determina-se sua carga pelo conhecimento da corrente i enquanto está conectada a um circuito de resistência R , de tensão efetiva V , e da resistência interna r da bateria.



De posse de um voltímetro V de um amperímetro A e de uma resistência-teste R , a configuração adequada para avaliar a carga da bateria é:



8. (Enem) Buscando conhecer as informações técnicas de um ferro elétrico para avaliar o consumo de energia, um estudante identifica algumas informações desse eletrodoméstico fornecidas pelo fabricante, como mostra a figura.



GRAF. Física 3: Eletromagnetismo, São Paulo: Edusp, 1993 (adaptado).

Sabe-se que esse aparelho é utilizado, em média, 30 minutos por dia, durante 30 dias.

Qual é o valor mais próximo do consumo mensal de energia desse eletrodoméstico, em kWh?

- a) 0,87
- b) 1,73
- c) 3,45
- d) 11,3
- e) 22,5

9. (Unesp) Uma pessoa comprou um chuveiro eletrônico e, lendo o manual de instruções do aparelho, encontrou as seguintes informações:

Potência: 7000 W

Consumo mensal de energia: 42 kWh

Tensão: 220 V

Após alguns cálculos, essa pessoa concluiu que o autor do manual considerou que os usuários desse chuveiro tomariam, em um mês de 30 dias, banhos que, em um dia, teriam duração, em média, de:

- a) 8 min.
- b) 10 min.
- c) 12 min.
- d) 15 min.
- e) 6 min.



Adobestock

O conhecimento dos fenômenos magnéticos ajudou no mapeamento do mundo.

Capítulo 3

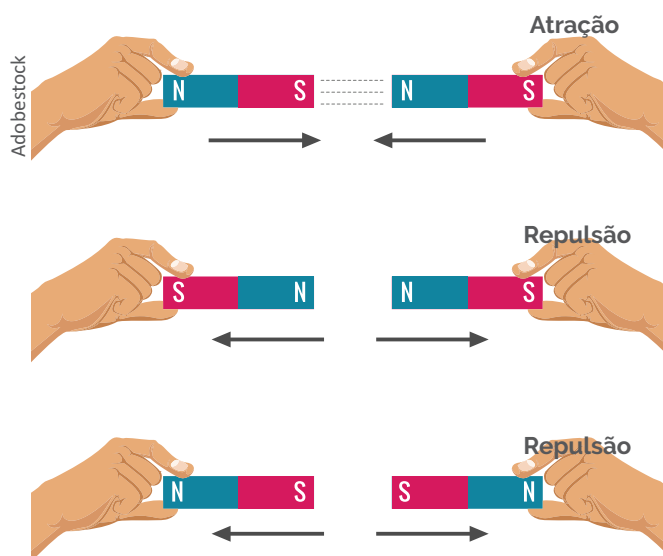
Eletromagnetismo

Desde os tempos antigos, diversos povos utilizaram fenômenos magnéticos de forma prática mesmo sem compreendê-los plenamente, a exemplo da utilização das bússolas como orientadoras. Entre os séculos XV e XVI, o emprego de bússolas e outros instrumentos de navegação foi crucial para as Grandes Navegações, promovendo o mercantilismo e ampliando o conhecimento sobre diversas culturas pelo mundo. A bússola apresenta uma agulha com uma das pontas em vermelho, indicando o Norte geográfico. Manipulando a bússola, a agulha movimenta-se mantendo a ponta vermelha apontada sempre para a mesma direção.

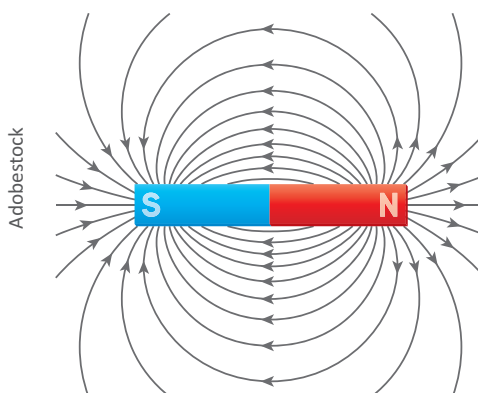
Neste capítulo, concluímos nossa jornada de estudo da Física ao mergulhar no mundo das interações entre fenômenos magnéticos e elétricos, que compõem o vasto campo do eletromagnetismo. Conheceremos o campo magnético, uma força invisível que conecta o magnetismo à realidade física, e investigaremos a natureza da força magnética que atua sobre partículas carregadas em movimento. Além disso, desvendaremos os segredos da indução eletromagnética, um fenômeno surpreendente que transforma mudanças magnéticas em correntes elétricas e vice-versa. Ao explorar esses conceitos, revelaremos as aplicações práticas que moldam o nosso mundo, como a geração de energia elétrica e os transformadores.

Campo magnético

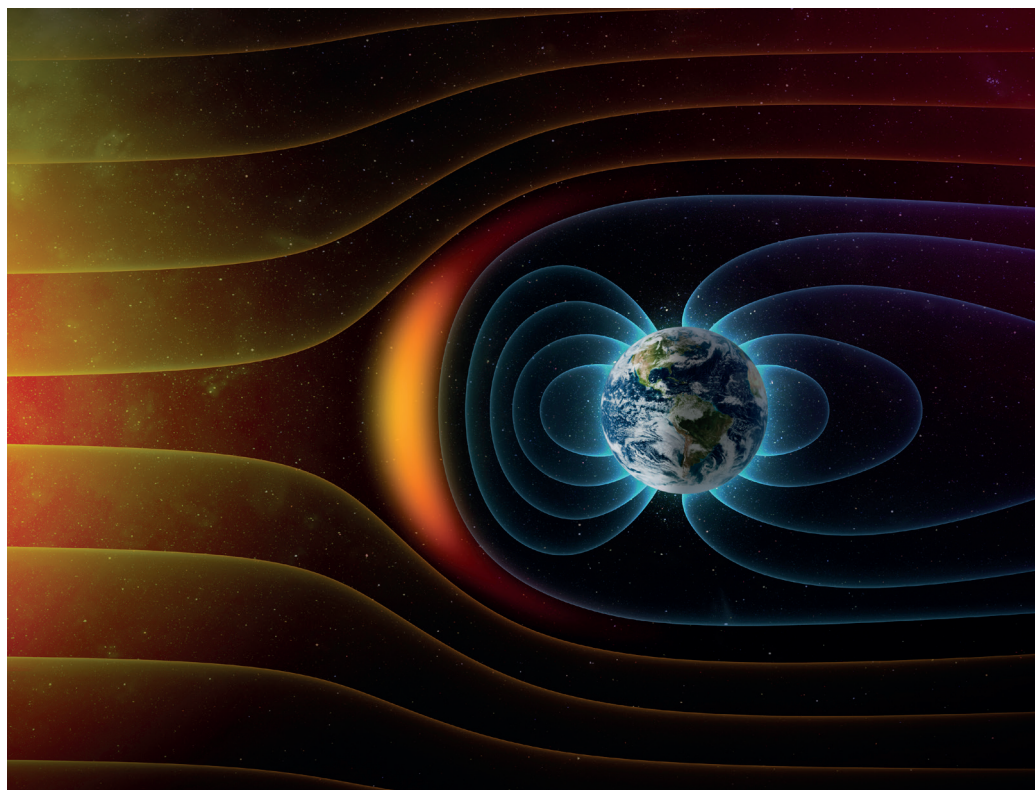
Os campos magnéticos são predominantemente originados pelos ímãs. De modo semelhante ao campo elétrico, eles podem exibir atração ou repulsão, dependendo dos polos do ímã. Todo ímã possui dois polos, denominados norte e sul. Essas polaridades são indivisíveis, de forma que, mesmo se você quebrar um ímã, ele ainda terá seus dois polos, ou seja, não existe monopolo magnético. Quando consideramos um par de ímãs, os polos idênticos se repelem, enquanto os polos opostos se atraem, como ilustrado na figura.



Assim como o campo elétrico, o campo magnético também é representado por linhas. Por convenção, dizemos que as linhas de campo magnético saem do polo norte e chegam ao polo sul, observe:



Por conta de eventos internos ocorrendo nas regiões profundas da Terra, o nosso planeta também detém um campo magnético. Esse campo tem a função de resguardar a Terra contra os ventos solares, os quais carregam partículas provenientes do Sol. Um detalhe interessante é que os polos magnéticos da Terra são opostos aos polos geográficos. Isso quer dizer que no Polo Norte geográfico se encontra o polo sul magnético, e no Polo Sul geográfico se encontra o polo norte magnético.



O campo magnético da Terra serve como proteção.

Atividades resolvidas

R1. Os ímãs são objetos especiais que possuem algo chamado "polaridade magnética". Cada ímã tem dois extremos distintos, conhecidos como polos norte e sul. Esses polos são fundamentais para entender como os ímãs interagem entre si e com outros objetos. Ao contrário de outras forças, como a gravidade, os ímãs têm dois polos distintos.

Com base nisso, responda: por que os ímãs possuem dois polos magnéticos em vez de apenas um? E o que isso significa?

Resolução

Os ímãs possuem dois polos magnéticos porque a polaridade magnética é uma característica fundamental desses objetos. Isso significa que cada ímã tem um extremo norte e um extremo sul, e eles não podem ser separados. Essa dualidade magnética é uma propriedade intrínseca dos ímãs e influencia como eles interagem uns com os outros e com o mundo ao seu redor.

Atividades

1. Leia o texto:

Relação entre Polos Geográficos e Magnéticos da Terra

A Terra possui um campo magnético que desempenha um papel importante em proteger nosso planeta. Esse campo magnético é gerado por processos ocorrendo nas profundezas da Terra, e ele tem uma relação curiosa com os polos geográficos. Enquanto os polos geográficos nos ajudam a determinar direções na superfície da Terra, os polos magnéticos estão relacionados à orientação das bússolas e ao campo magnético global.

Com base no texto e em seus conhecimentos sobre o campo magnético, faça o que se pede:

a) Como os polos magnéticos da Terra se relacionam com os polos geográficos?

This image shows a single sheet of white paper with horizontal blue or grey ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are approximately 20 lines visible. The paper has a slight shadow on the right side, suggesting it's resting on a surface.

b) Represente em seu caderno um desenho da Terra com indicação dos polos magnéticos e geográficos.

Eletrromagnetismo: campo e força magnética

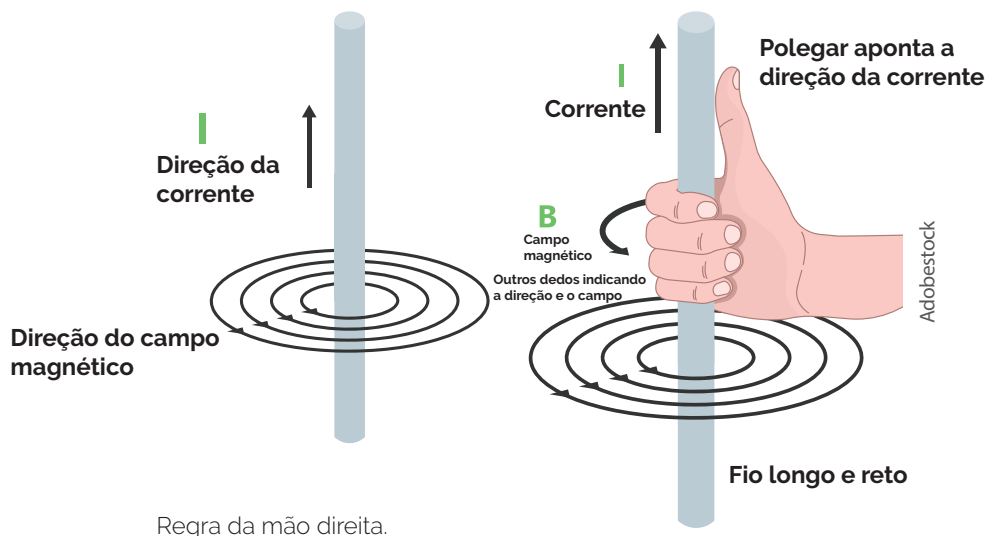
Em 1820, o cientista dinamarquês Hans Christian Oersted realizou um experimento em que passou uma corrente elétrica por um fio condutor colocado próximo a uma agulha magnética. Para sua surpresa, a agulha desviou-se de sua posição original, indicando que a corrente elétrica criava um campo magnético ao seu redor. Esse experimento foi crucial para estabelecer o conceito de que correntes elétricas geram campos magnéticos e inaugurou a área de estudo do eletromagnetismo. Assim, o experimento de Oersted mostrou que correntes elétricas em condutores geram campos magnéticos ao redor do condutor, se consagrando como um marco na compreensão da relação entre eletricidade e magnetismo.

Para um ponto P qualquer a uma distância d de um condutor sendo percorrido por uma corrente elétrica, a intensidade do campo magnético B é dada por:

$$B = \frac{\mu \cdot i}{2\pi \cdot d}$$

Na qual μ representa a permeabilidade magnética do meio, cujo valor é $4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}$ para o ar e para o vácuo. No Sistema Internacional de Unidades (SI), o campo magnético B é expresso em tesla (T).

O vetor do campo magnético em um ponto P é tangente à linha de campo desse ponto, e seu sentido é dado pela **regra da mão direita**, conforme o esquema a seguir.



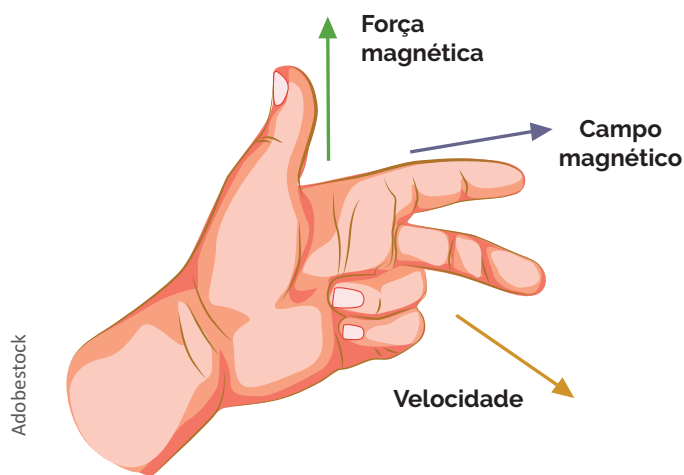
Algumas outras expressões para o cálculo de campos magnéticos bem comuns são os seguintes:

- **Espira circular:** $B = \frac{\mu \cdot i}{2R}$, na qual R é o raio da espira.
- **Bobina chata:** conjunto de N espiras, dada por $B = N \cdot \frac{\mu \cdot i}{2R}$
- **Bobina longa ou solenoide:** $B = \frac{\mu \cdot i \cdot N}{L}$

A **força magnética**, por sua vez, está condicionada à presença de um **campo magnético uniforme**, no qual a carga se encontra inserida. Além disso, essa força leva em consideração tanto o valor da carga q quanto sua velocidade v , assim como o ângulo entre os vetores do campo magnético e da velocidade, medido pelo seno desse ângulo. É importante notar que a intensidade da força magnética aumenta proporcionalmente a todas essas variáveis. Matematicamente, temos:

$$F_m = B \cdot q \cdot v \cdot \sin\theta$$

A direção da força magnética é perpendicular ao plano formado pelos vetores campo magnético e velocidade, e o sentido é dado pela **regra da mão esquerda**, conforme a figura a seguir:



Regra da mão esquerda.

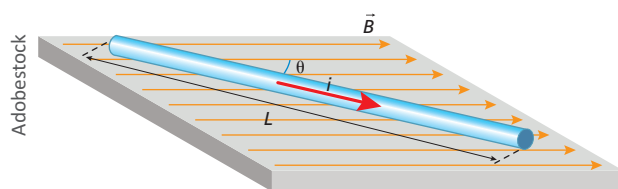
Vamos analisar alguns casos importantes:

- Quando uma partícula é liberada em repouso dentro de um campo magnético uniforme, a força magnética atuando sobre ela é igual a zero. Se a partícula é lançada em uma direção paralela às linhas do campo, ela mantém um movimento retilíneo uniforme (MRU), com a força magnética resultando em zero. No entanto, se a partícula é lançada de forma perpendicular às linhas do campo magnético, a força magnética alcança seu valor máximo, determinado por:

$$F_m = B \cdot q \cdot v$$

No caso de a partícula carregada ser lançada obliquamente teremos um movimento helicoidal uniforme, que mistura um MRU com um MCU.

- Na situação em que um fio com um comprimento L tem uma corrente elétrica i passando por ele, gerando um campo magnético com uma intensidade B , temos o seguinte:



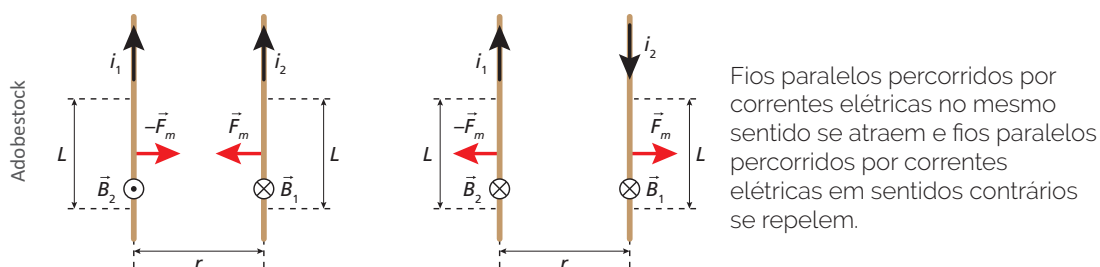
O fio percorrido pela corrente elétrica está imerso em um campo magnético constante.

Nesse contexto, a expressão que descreve a força magnética é:

$$F_m = B \cdot i \cdot L \cdot \sin\theta$$

- Por fim, se considerarmos dois fios sendo percorridos por correntes elétricas, temos o seguinte: correntes no mesmo sentido geram forças magnéticas atrativas; correntes em sentidos contrários geram forças magnéticas repulsivas.

Observe o esquema exemplificando as duas situações.



Em ambos os casos, a força magnética tem intensidade dada por:

$$F_m = \frac{\mu \cdot i_1 \cdot i_2 \cdot L}{2\pi \cdot r}$$

Atividades resolvidas

R2. Uma partícula com carga elétrica $q = 2 \mu\text{C}$ está se movendo com uma velocidade de 5 m/s perpendicularmente às linhas de um campo magnético de intensidade $B = 0,3 \text{ T}$. Qual é a força magnética que atua sobre essa partícula?

Resolução

Temos: carga da partícula $q = 2 \mu\text{C} = 2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$; velocidade $v = 5 \text{ m/s}$; intensidade do campo magnético $B = 0,3 \text{ T}$.

Como a partícula se movimenta de maneira perpendicular, a equação da força magnética é dada por: $F_m = B \cdot q \cdot v$. Substituindo os valores dados na equação:

$$F_m = (0,3 \text{ T}) \cdot (2 \cdot 10^{-6} \text{ C}) \cdot (5 \text{ m/s}) = 3 \cdot 10^{-6} \text{ N}.$$

Portanto, a força magnética que atua sobre a partícula é de $3 \cdot 10^{-6} \text{ N}$.

R3. Um fio condutor de comprimento $L = 0,3 \text{ m}$ está imerso em um campo magnético de intensidade $B = 0,6 \text{ T}$ (teslas). A força magnética que atua no fio é de $0,12 \text{ N}$ (newtons). Qual é o valor da corrente elétrica que está percorrendo o fio?

Resolução

Temos: comprimento do fio $L = 0,3 \text{ m}$; intensidade do campo magnético $B = 0,6 \text{ T}$; força magnética $F_m = 0,12 \text{ N}$.

Isolando a corrente elétrica (i) na equação da força magnética e aplicando os dados:

$$F_m = B \cdot i \cdot L \Rightarrow i = \frac{F_m}{B \cdot L} = \frac{0,12}{0,6 \cdot 0,3} \cong 0,67 \text{ A}$$

Atividades

2. Um fio condutor de comprimento $L = 0,5 \text{ m}$ está conduzindo uma corrente elétrica $i = 2 \text{ A}$ e está imerso em um campo magnético de intensidade $B = 0,8 \text{ T}$. Qual é a força magnética que atua no fio?

3. Uma partícula está se movendo com velocidade de 8 m/s perpendicularmente às linhas de um campo magnético de intensidade $B = 0,5 \text{ T}$ (teslas). A força magnética resultante sobre a partícula é de $4 \cdot 10^{-3} \text{ N}$ (newtons). Qual é o valor da carga elétrica da partícula?

4. Dois fios longos e paralelos de $1,0 \text{ m}$ estão separados por uma distância de $0,1 \text{ m}$ um do outro. Por um deles percorre uma corrente elétrica de 3 A no sentido norte a sul, e no outro uma corrente elétrica de 5 A no sentido sul a norte. Considere: permeabilidade magnética $\mu = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}$.

Nesse caso:

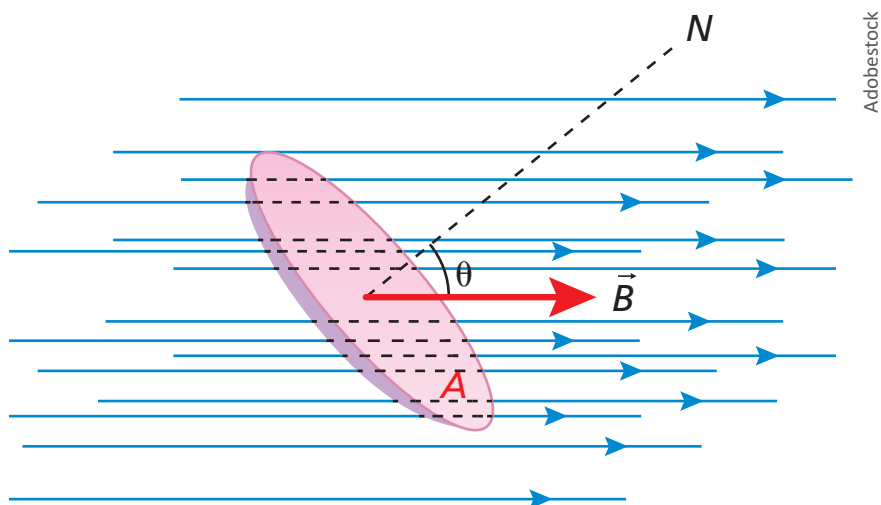
a) Qual é a força magnética entre esses fios devido às correntes?

b) Os fios se atraem ou se repelem?

Indução eletromagnética

Se uma corrente elétrica pode gerar um campo magnético, será que o contrário também pode ser feito? Essa indagação intrigou os cientistas durante a época do desenvolvimento da teoria eletromagnética. A resposta surgiu inicialmente em 1831, quando o físico britânico Michael Faraday (1791-1867) realizou experimentos que demonstraram a viabilidade desse fenômeno. A criação de uma corrente elétrica através da influência de um campo magnético é conhecida como **indução eletromagnética**.

Para os cientistas dominarem teoricamente o fenômeno da indução eletromagnética e utilizá-lo em tecnologias posteriores foi necessário entender uma grandeza denominada fluxo de indução magnética. Para entendermos essa grandeza, a qual precisamos calcular apenas em algumas condições especiais, considere a seguir uma área A definida em um campo magnético constante, cujo vetor $\vec{B}$ faz um ângulo θ com a reta normal à área definida:



Nesta situação, o fluxo de indução (φ_B) depende da quantidade de linhas que atravessa a área definida, do ângulo que essa área forma com as linhas de campo e da intensidade B do campo magnético, sendo matematicamente calculado como:

$$\varphi_B = B \cdot A \cdot \cos\theta$$

Sendo B expresso em tesla (T) e a área em metro quadrado (m^2) no SI, a unidade do fluxo de indução é o tesla-metro quadrado ($T \cdot m^2$), que recebe o nome de weber. O fluxo de 1 weber corresponde a uma área de 1 metro quadrado em um campo magnético de intensidade de 1 tesla: $1 \text{ Wb} = 1 \text{ T} \cdot 1 \text{ m}^2$.

Atividades resolvidas

R4. Um físico está conduzindo um experimento em que um fio condutor é movido dentro de um campo magnético constante. O fio está posicionado de tal maneira que forma um ângulo de 60 graus com a reta normal à área definida, e o campo magnético tem uma intensidade de 0,5 T. A área do circuito formada pelo fio é de 0,02 m². Calcule o fluxo de indução magnética (φ_B) através do circuito.

Resolução

Temos: intensidade do campo magnético $B = 0,5 \text{ T}$; área $A = 0,02 \text{ m}^2$; ângulo $\theta = 60^\circ$.

O fluxo de indução magnética (φ_B) é calculado pela fórmula: $\varphi_B = B \cdot A \cdot \cos\theta$.

Substituindo os valores dados na equação, sendo $\cos 60^\circ = 0,5$, temos:

$$\varphi_B = (0,5 \text{ T}) \cdot (0,02 \text{ m}^2) \cdot \cos(60^\circ) = 0,005 \text{ Wb}.$$

Portanto, o fluxo de indução magnética através do circuito é aproximadamente 0,00866 weber.

Atividades

5. Um ímã gera um fluxo de indução magnética de 0,03 Wb através de uma área retangular de 0,02 m². O ângulo entre as linhas do campo magnético e a área é de 60 graus. Qual é a intensidade do campo magnético (B) gerado pelo ímã?

Corrente elétrica induzida

Quando variamos o fluxo de indução, dá-se origem ao que chamamos de corrente elétrica induzida. Essa variação pode ocorrer por meio de diversas abordagens, seja alterando a intensidade do campo magnético, modificando a área atravessada pelas linhas de campo (como ao movimentar uma espira no campo magnético), ou ajustando o ângulo (como ao girar uma espira no campo magnético).

Independentemente do modo de variação, Faraday estabeleceu que a corrente elétrica induzida se manifesta através de uma **força eletromotriz induzida** no sistema gerador, visto que os portadores de carga demandam energia para se deslocar e instaurar a corrente elétrica. Tal energia pode advir, por exemplo, do movimento mecânico de um ímã ou das espiras em um gerador elétrico, como observado em várias categorias de usinas de produção de energia elétrica.

Lei de Faraday-Neumann-Lenz

Faraday detalhou a explicação teórica de seus experimentos sobre a força eletromotriz induzida (ε), e teve seu trabalho concluído pelo físico alemão Franz Ernst Neumann (1798-1895), que deu a descrição matemática do conceito, chegando à seguinte expressão:

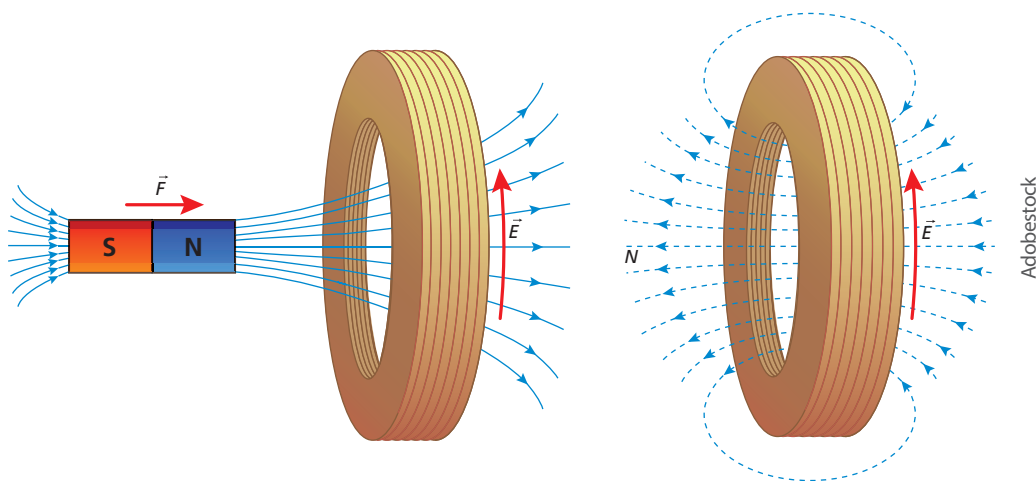
$$\varepsilon = -\frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$

O sinal negativo indica que ε sempre se opõe à variação do fluxo $\Delta\phi_B$, fato que foi verificado pelo físico russo Heinrich Lenz (1804-1865). Por isso a expressão tem o nome de Lei de Faraday-Neumann-Lenz, embora alguns livros-texto possam trazê-la apenas como lei de Faraday ou lei de Faraday-Neumann.

A lei de Lenz, que se refere ao sentido das grandezas, pode também ser expressa em função da corrente elétrica induzida:

A corrente elétrica induzida que surge pela variação do fluxo de indução se dá sempre em um sentido no qual se produz um fluxo induzido em oposição à variação do fluxo que lhe deu origem.

Dessa forma, um fluxo indutor sempre gera uma corrente elétrica que origina um fluxo induzido que se opõe ao fluxo indutor. Por exemplo, se aproximarmos o polo norte de um ímã de uma bobina chata, induz-se uma corrente elétrica no sentido anti-horário na bobina; de forma que essa corrente induzida gera um campo magnético que, pela regra da mão direita, se opõe ao campo magnético do ímã, repelindo-o:



O fluxo que a corrente elétrica induzida produz nela mesma é chamado fluxo autoconcatenado.

Atividades resolvidas

R5. Uma espira de fio condutor de $0,05 \text{ m}^2$ de área está sujeita a um campo magnético que varia a uma taxa de $0,02 \text{ T/s}$ (teslas por segundo). Calcule a força eletromotriz (f.e.m.) induzida na espira.

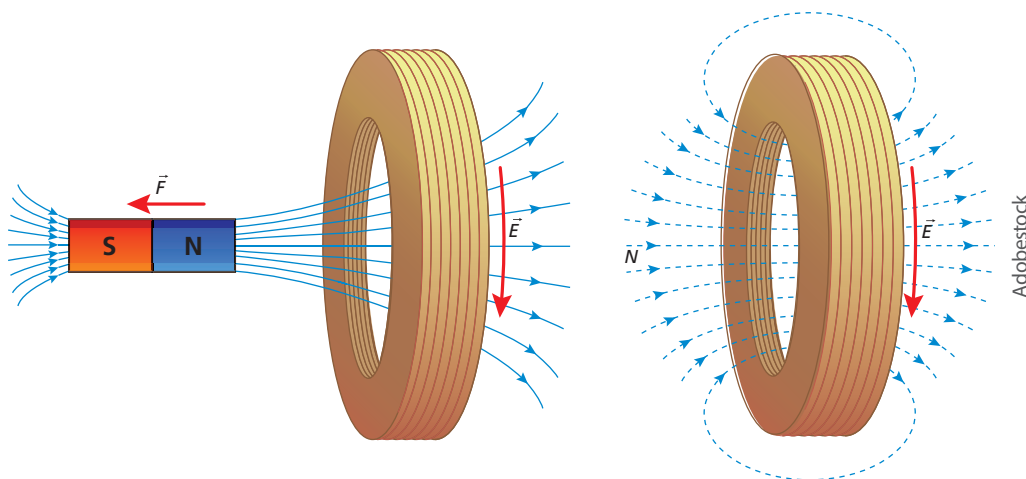
Resolução

Aplicando os dados na equação, temos:

$$\varepsilon = \frac{\Delta\phi}{\Delta t} = -\frac{B}{\Delta t} \cdot A = -(0,02 \text{ T/s}) \cdot (0,05 \text{ m}^2) = -0,001 \text{ V}$$

Atividades

6. Observe a situação a seguir de um ímã sendo afastado de uma bobina chata:



Verifica-se experimentalmente que o ímã é repellido pela bobina. Por que isso acontece?

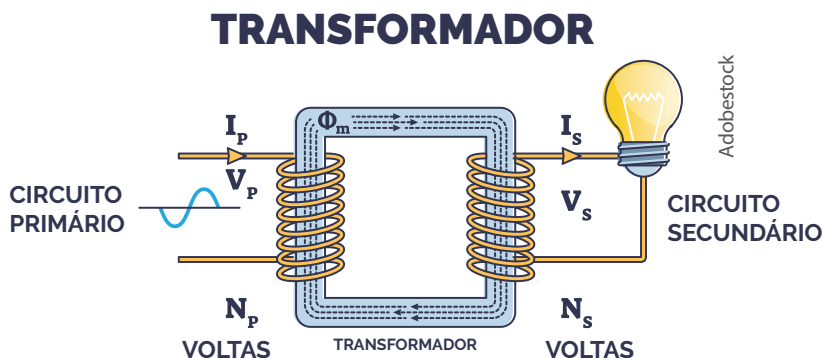
Transformadores

Uma aplicação tecnológica da indução eletromagnética amplamente empregada é observada nos transformadores, como aqueles encontrados em vários postes de energia. Os transformadores desempenham a função de alterar a tensão elétrica de um valor para outro, seja aumentando ou diminuindo, conforme a configuração.



Estação com transformadores de alta tensão, capazes de transformar tensões de milhares de volts em tensões de 127 e 220 V, por exemplo, comumente utilizadas em residências.

Simplificadamente, um transformador consiste de duas bobinas formadas por enrolamentos em núcleo de material ferromagnético, sendo uma bobina primária (P), que recebe a tensão que será transformada, e uma bobina secundária (S), que fornece a tensão transformada:



Esquematização de um transformador.

Note que, como o fluxo é variável, as correntes geradas também são variáveis. É válida as seguintes expressões para um transformador:

$$\frac{U_P}{U_S} = \frac{N_P}{N_S} \text{ e } \frac{i_S}{i_P} = \frac{N_P}{N_S}$$

Sendo U_P e U_S as tensões efetivas geradas nos circuitos primário e secundário, respectivamente; N_P e N_S o número de espiras em cada um desses enrolamentos; e i_P e i_S a intensidade da corrente elétrica nos circuitos primário e secundário, respectivamente. De forma que podemos escrever também:

$$\frac{U_P}{U_S} = \frac{i_S}{i_P} \Rightarrow U_P \cdot i_P = U_S \cdot i_S$$

Atividades resolvidas

R6. Um transformador possui 100 espiras no enrolamento primário e 500 espiras no enrolamento secundário. Considerando que uma tensão de entrada de 120 V (volts) é aplicada ao enrolamento primário, qual será a tensão de saída no enrolamento secundário?

Resolução

Pela equação do transformador, temos:

$$\frac{U_p}{U_s} = \frac{N_p}{N_s} \Rightarrow U_s = \frac{N_s}{N_p} U_p = \frac{500}{100} 120 = 600 \text{ V.}$$

Nesse caso temos um elevador de tensão.

Atividades

7. Um transformador possui 600 espiras no enrolamento primário e 200 espiras no enrolamento secundário. Nesse caso, se a tensão de entrada no enrolamento primário é 240 V (volts), qual será a tensão de saída no enrolamento secundário?

Resumo

Campo magnético

- Não existe monopolo magnético, todo ímã possui um polo norte e um polo sul; As linhas de campo magnético "saem" do polo norte e "entram" no polo sul;
- O polo norte magnético da Terra fica próximo ao polo sul geográfico, e vice-versa;
- Em seu experimento, Oersted demonstrou que correntes elétricas geram campos magnéticos.

Força magnética

- Para uma carga positiva em um campo magnético constante: $F_m = B \cdot q \cdot v \cdot \sin\theta$
- Fio percorrido por corrente elétrica em campo magnético constante:
 $F_m = B \cdot i \cdot L \cdot \sin\theta$
- Força magnética entre fios paralelos: $F_m = \frac{\mu \cdot i_1 \cdot i_2 \cdot L}{2\pi \cdot r}$

Cálculo do campo magnético

- Lei de Ampère (condutor infinito):
$$B = \frac{\mu \cdot i}{2\pi \cdot r}$$
- Espira circular: $B = \frac{\mu \cdot i}{2R}$
- Bobina chata: $B = \frac{N \cdot \mu \cdot i}{2R}$
- Solenoide: $B = \mu \cdot \frac{N}{L} \cdot i$

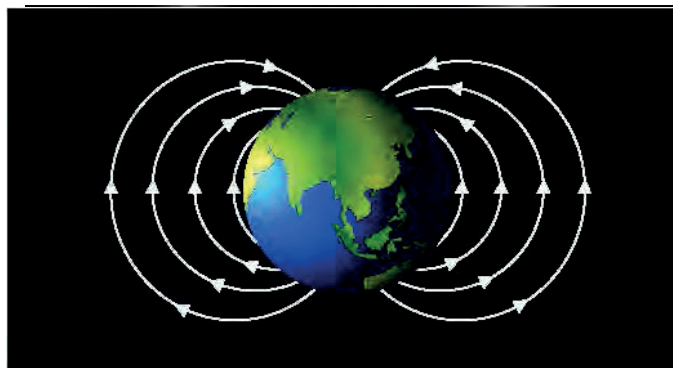
Indução eletromagnética

- Fluxo de indução magnética:
$$\Phi_B = B \cdot A \cdot \cos\theta$$
- Lei de Faraday-Neumann-Lenz:
$$\varepsilon = - \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$
- Transformadores:
$$\frac{U_P}{U_S} = \frac{i_S}{i_P} \Rightarrow U_P \cdot i_P = U_S \cdot i_S$$

Avalie o que aprendeu

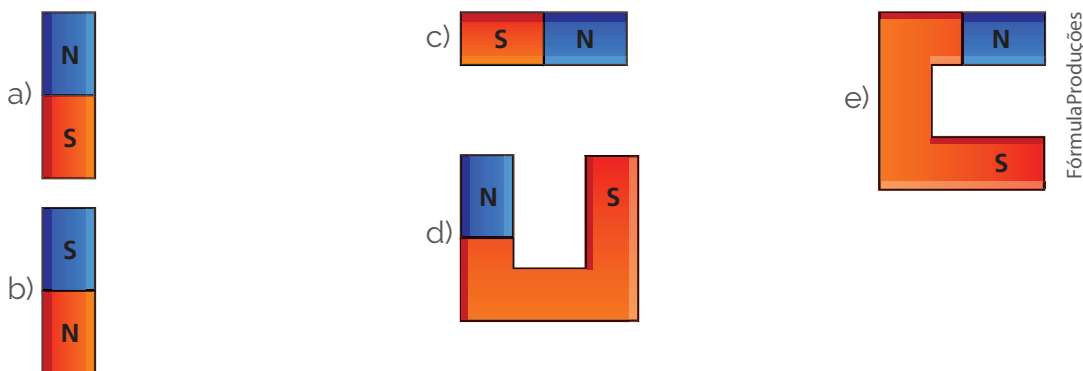
1. (CPS) Leia as afirmações e a imagem.

- Todo ímã possui dois polos magnéticos, conhecidos como norte e sul.
- Nos ímãs, as linhas de campo magnético saem do polo norte, circundam externamente o ímã e entram no polo sul.
- Quando dois ímãs são aproximados, os polos de nomes diferentes se atraem enquanto que os polos de nomes iguais se repelem.
- A agulha de uma bússola é um ímã. A ponta dessa agulha corresponde ao polo norte desse ímã.
- O interior do planeta Terra pode ser comparado a um grande ímã, mantendo um forte campo magnético em torno do planeta.
- O Polo Norte Geográfico se encontra no hemisfério do planeta que abriga o Polo Sul Magnético. Do mesmo modo, o Polo Sul Geográfico se encontra no hemisfério do planeta que abriga o Polo Norte Magnético.



<<https://tinyurl.com/y6b3ourg>> Acesso em: 26.10.2019. Original colorido.

Considerando cada afirmação e tendo como referência a posição do planeta na imagem apresentada, o ímã que poderia substituir o interior da Terra é:



2. (Mackenzie) Considere as seguintes afirmações.

I. Quando se coloca um ímã em contato com limalha (fragmentos) de ferro, estes não aderem a ele em toda a sua extensão, mas predominantemente nas regiões próximas das extremidades.

II. Cortando-se um ímã em duas partes iguais, que por sua vez podem ser redivididas em outras tantas, observa-se que cada uma dessas partes constitui um novo ímã, que embora menor tem sempre dois polos.

III. Polos de mesmo nome se atraem e de nomes diferentes se repelem.

Com relação às afirmações, podemos dizer que:

- a) apenas I é correta.
- b) apenas I e II são corretas
- c) apenas I e III são corretas.
- d) apenas II e III são corretas.
- e) todas são corretas.

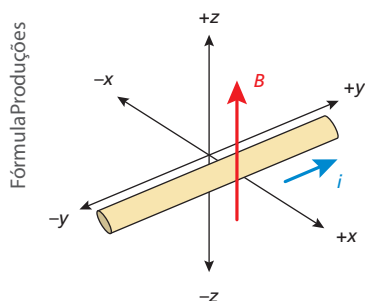
3. (Col.Naval) Em 1820, o físico dinamarquês Oersted montou um experimento que consistia em um circuito elétrico simples constituído por uma bateria, fios de cobre e uma chave que permitia a ele abrir ou fechar o circuito. Tendo colocado próximo a um trecho retilíneo do circuito algumas bússolas, notou que, ao fechar o circuito, as bússolas ali colocadas sofreram uma deflexão, o que permitiu a ele concluir que:

- a) ao quebrar um ímã em pedacinhos, cada pedacinho será um novo ímã com polos norte e sul magnéticos.
- b) o elétron apresenta carga elétrica negativa e o próton positiva.
- c) a Terra apresenta polos magnéticos norte e sul.
- d) corrente elétrica gera campo magnético.
- e) corrente elétrica gera campo elétrico.

4. (UEG) O cientista que deu o nome à grandeza intensidade de corrente elétrica foi o que formulou as leis que relacionam os efeitos de campo magnético com as correntes elétricas. Para Ampère, dois fios longos, retos e paralelos que conduzem correntes elétricas contínuas no mesmo sentido:

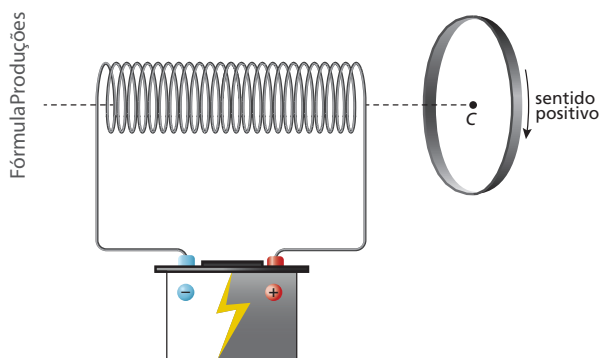
- a) criam um campo elétrico vertical e para baixo.
- b) originam campos magnéticos que se cancelam.
- c) geram uma corrente induzida em ambos os fios.
- d) induzem uma energia potencial em torno dos fios.
- e) produzem uma força magnética de atração entre os fios.

5. (UPF) Considere um fio condutor elétrico retilíneo imerso num campo magnético B , uniforme, orientado paralelamente ao eixo $+z$, conforme mostra o desenho. Quando o condutor é percorrido por uma corrente elétrica convencional i , paralela ao eixo $+y$, fica sujeito a uma força magnética F . A orientação dessa força, de acordo com os eixos cartesianos no desenho, é:



- a) $-x$
- b) $+z$
- c) $+x$
- d) $-y$
- e) $-z$

6. (FGV) Um solenoide é conectado a uma bateria e uma espira circular está inicialmente em repouso próxima a ele, de modo que o eixo horizontal do solenoide seja perpendicular ao plano que contém a espira e passe pelo seu centro C , conforme a figura.

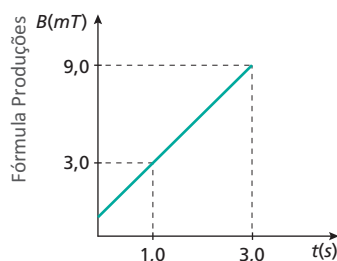


A partir de determinado instante, a espira começa a se movimentar na direção horizontal e no sentido de se aproximar do solenoide. Considerando o sentido positivo indicado, à medida que a espira se aproxima do solenoide, começa a circular por ela uma corrente elétrica induzida no sentido:

- a) negativo e a espira sofre a ação de uma força magnética de atração aplicada pelo solenoide.
- b) positivo e a espira sofre a ação de uma força magnética de repulsão aplicada pelo solenoide.

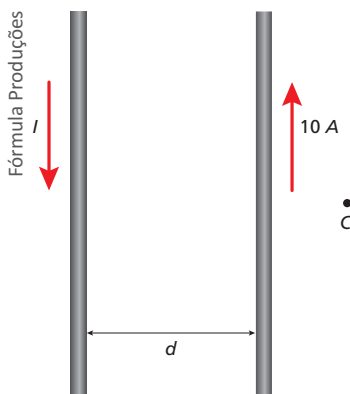
- c) negativo e a espira não sofre ação de força magnética.
- d) positivo e a espira sofre a ação de uma força magnética de atração aplicada pelo solenoide.
- e) negativo e a espira sofre a ação de uma força magnética de repulsão aplicada pelo solenoide.

7. (EFOMM) Considere uma região do espaço em que a intensidade do campo magnético, apontando para cima, esteja variando em função do tempo, como mostrado no gráfico abaixo. Uma espira quadrada condutora de lado $20,0\text{ cm}$ e resistência $R = 10,0\text{ m}\Omega$ é mergulhada nessa região de tal forma que as linhas de campo sejam perpendiculares ao seu plano. Quando a espira é vista por cima, o módulo e o sentido da corrente nela induzida são:



- a) $12,0\text{ A}$, no sentido horário.
- b) $12,0\text{ A}$, no sentido anti-horário.
- c) $12,0\text{ mA}$, no sentido horário.
- d) $12,0\text{ mA}$, no sentido anti-horário.

8. (Unisinos) Dois fios condutores retilíneos e paralelos, no vácuo, conduzem correntes elétricas em sentidos opostos, tal como ilustrado na figura abaixo. Um dos fios condutores é percorrido por uma corrente elétrica de 10 A . Sabe-se que o espaçamento d entre os fios é de 20 cm e que o ponto C encontra-se a uma distância $d/2$ à direita do condutor percorrido pela corrente de 10 A . Para que o campo magnético resultante no ponto C seja nulo, o valor da corrente elétrica I deverá ser:



- a) 20 A
- b) 30 A
- c) 40 A
- d) 50 A
- e) 60 A

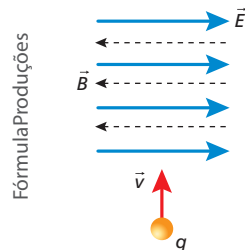
9. (Unichristus) O transformador é um dispositivo que funciona em corrente alternada, capaz de alterar o valor da tensão elétrica em um circuito por meio de duas ou mais bobinas acopladas em um núcleo de material ferromagnético. O transformador é baseado nos princípios eletromagnéticos da Lei de Faraday e Lei de Lenz.

Disponível em: <https://athoselectronics.com/transformador>. Acesso em: 3 fev. 2021.

Um painel de LED necessita de 880 volts para o seu funcionamento. Sabe-se que o painel será ligado em uma tomada que fornece uma diferença de potencial de 110 volts. Dessa forma, para que o painel funcione de acordo com as suas especificações, é necessário o uso de um transformador no qual a razão entre o número de voltas do enrolamento secundário e o número de voltas do enrolamento primário valha:

- a) 2.
- b) 4.
- c) 6.
- d) 8.
- e) 10.

10. (UPE) Uma partícula carregada com carga $q = 2,0 \mu\text{C}$ entra, com velocidade de módulo v , constante e vertical, em uma região com campos elétricos e magnéticos antiparalelos entre si, conforme ilustra a figura abaixo. Na representação esquemática, o campo elétrico aponta horizontalmente para a direita, e o campo magnético aponta horizontalmente para a esquerda. Os módulos dos campos se relacionam na forma $E = cv$, onde c é o módulo da velocidade da luz, e E e B representam os módulos dos campos elétrico e magnético, respectivamente. Calcule a intensidade da força resultante sobre a partícula quando $E = 4,0 \text{ N/C}$ e $v/c = (11/25)^{1/2}$.



- a) $1,2 \mu\text{N}$
- b) $2,6 \mu\text{N}$
- c) $4,2 \mu\text{N}$
- d) $7,4 \mu\text{N}$
- e) $9,6 \mu\text{N}$



Acelere o Saber

mais

CIÊNCIAS DA NATUREZA

QUÍMICA



Capítulo 1

Química inorgânica

Você já pensou como são classificadas as substâncias que aparecem nos rótulos dos alimentos? Ou por que algumas frutas têm sabor azedo ou causam aquela sensação de amarrar a boca? A Química pode dar essas respostas e muitas outras!

Estamos cercados por substâncias que são classificadas como inorgânicas, e o conhecimento em relação a elas é importante para várias áreas. Isso engloba desde uma melhor compreensão do que consumimos, incluindo se determinadas substâncias podem ou não ser consumidas, até a análise das conexões entre essas substâncias e a poluição atmosférica. A emissão de gases poluentes, decorrente das atividades humanas, como as da indústria, resulta na liberação de diversos poluentes na atmosfera. Quando esses poluentes reagem com a água e outros gases, podem retornar à superfície terrestre desencadeando uma série de problemas ambientais, como a acidificação do solo, que por sua vez afeta a agricultura. Ao longo deste capítulo, vamos conhecer algumas dessas substâncias bem comuns em nosso cotidiano e alguns efeitos de sua utilização.

Substâncias inorgânicas

No século XVIII, as substâncias químicas eram divididas em orgânicas e inorgânicas.

Substâncias orgânicas: que se originam dos organismos vivos.

Substâncias inorgânicas ou **minerais:** que se originam dos minerais.

Posteriormente, verificou-se que todas as substâncias orgânicas têm carbono em sua composição, enquanto as inorgânicas não. Porém, com o passar dos anos, os cientistas identificaram que algumas substâncias que contêm carbono podem ser classificadas como inorgânicas, devido a algumas características. Algumas dessas substâncias são o dióxido de carbono (CO_2), monóxido de carbono (CO), grafite, diamante, ácido cianídrico, sais cianetos, entre outros.

Neste capítulo, vamos classificar as substâncias inorgânicas em ácidos, bases, sais ou óxidos, de acordo com suas **funções químicas**.

Funções químicas: conjunto de substâncias que apresentam propriedades químicas semelhantes.

Atenção: várias substâncias apresentadas a seguir têm características como azeda, adstringente, salgada, porém nunca se deve provar ou sequer deixar entrar em contato com a pele uma substância desconhecida, pois pode ser tóxica e/ou corrosiva.

Ácidos

Ácidos são muito comuns em nosso cotidiano. Alguns exemplos são o vinagre, que contém ácido acético (CH_3COOH); a laranja, o limão e todas as outras frutas que têm como característica serem azedas; o ácido sulfúrico (H_2SO_4), presente nas baterias de automóveis; bem como uma infinidade de outras substâncias.



Adobestock

Frutas que apresentam caráter ácido.



Adobestock

Na bateria dos automóveis tem uma solução de ácido sulfúrico.

Definição de ácido

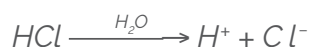
Segundo o químico sueco Svante Arrhenius:

Ácidos são compostos que sofrem ionização em solução aquosa, liberando como íons positivos apenas o cátion hidrogênio (H^+).

Ou seja, para caracterizar um ácido, o H^+ deve aparecer ao realizar a ionização. O H^+ é o radical funcional do ácido e a ionização é representada de duas maneiras:



ou



Ambas aparecem nos materiais didáticos. A primeira reação de ionização representa a união do cátion H^+ com a molécula de água (H_2O), formando o íon H_3O^+ , denominado hidrônio ou hidroxônio. Já a segunda reação é a forma simplificada.

Atividades resolvidas

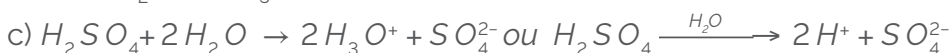
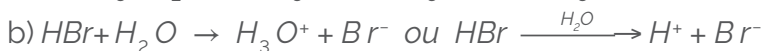
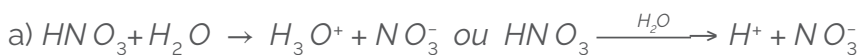
R1. Escreva a equação de ionização dos seguintes ácidos, segundo Arrhenius:

a) HNO_3

b) HBr

c) H_2SO_4

Resolução



Observe que todas as reações estão balanceadas, ou seja, a soma de cada um dos elementos que aparecem nos reagentes equivale às suas quantidades nos produtos.

Atividades

1. Escreva a equação de ionização dos seguintes ácidos:



Classificação de ácidos

Ácidos podem ser classificados de acordo com o:

Número de hidrogênios ionizáveis: na ionização a molécula produz uma quantidade específica de cátions H^+ :

- **Monoácidos:** 1 H^+ é produzido. Ex. HCl , HBr , etc.
- **Diácidos:** 2 H^+ são produzidos. Ex. H_2SO_4 , H_2CO_3 , etc.
- **Triácido:** 3 H^+ são produzidos. Ex. H_3PO_4 , H_3BO_3 , etc.
- **Tetrácidos:** 4 H^+ são produzidos. Ex. $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$, H_4SiO_4 , etc.

Os ácidos com mais de dois hidrogênios ionizáveis são denominados poliacidos. Existem algumas exceções nessa classificação. Por exemplo, o H_3PO_3 é considerado um diácido, enquanto o H_3PO_2 é considerado um monoácido.

Presença ou não de oxigênio na molécula:

- **Hidrácido:** não contém oxigênio. Ex. HCl , HBr , H_2S , etc.
- **Oxiácido:** contém oxigênio. Ex. H_2SO_4 , H_2CO_3 , H_3PO_4 , etc.

Grau de ionização (α):

- **Ácido forte:** quando $\alpha > 50\%$.
- **Ácido moderado ou semiforte:** quando $5 < \alpha < 50\%$.
- **Ácido fraco:** quando $\alpha < 5\%$.

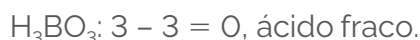
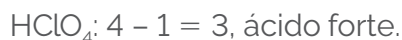
Os oxiácidos podem ser classificados quanto a sua força a partir da seguinte regra:

Subtrai-se o número de oxigênios (y) do número de hidrogênios (x):



Se o resultado for 2 ou 3, o ácido é forte; se for 1, é moderado; e se for 0, é fraco.

Exemplos:



Grau de ionização (α) é indicado da seguinte maneira:

$$\alpha = \frac{n^\circ \text{ de moléculas ionizadas}}{n^\circ \text{ de moléculas dissolvidas}}$$

Exemplo: se a cada 100 moléculas de HCl , 80 se ionizam (ou "se quebram"), dizemos que:

$$\alpha = \frac{80}{100} = 0,8 \text{ ou } 80\%$$

Atividades resolvidas

R2. De acordo com o grau de ionização dos seguintes ácidos, determine se eles são fortes, moderados ou fracos.

a) HCl – 92%

c) HCN – 0,08%

b) HF – 8%

d) H₂SO₄ – 61%

Resolução

a) Forte.

c) Fraco.

b) Moderado.

d) Forte.

Atividades

2. Classifique os ácidos a seguir de acordo com os critérios:

- Hidrácido ou oxiácido.
- Monoácido, diácido, triácido ou tetrácido.

a) H₂S

b) HBr

c) HNO₂

d) H₂SO₃

e) H₄SiO₄

f) H₃BO₃

Nomenclatura de ácidos

Hidrácidos são nomeados da seguinte maneira:

Ácido _____ ídrico
nome do ânion

Oxiácidos são nomeados de acordo com o seu número de oxidação:

Nox do elemento central	Prefixo	Intermediário	Sufixo
+1 ou +2	hipo	nome do ânion	oso
+3 ou +4	–	nome do ânion	oso
+5 ou +6	–	nome do ânion	ico
+7	per	nome do ânion	ico

São exceções a essa regra o ácido carbônico (H_2CO_3) e o ácido bórico (H_3BO_3).

Atividades resolvidas

R3. Determine a nomenclatura dos seguintes ácidos, consultando a tabela de ânions ao final do capítulo:

- | | | |
|-------------------|----------------------------|--------------------|
| a) HCl | e) HNO_2 | i) HClO_3 |
| b) HF | f) H_2SO_4 | |
| c) HCN | g) HClO_4 | |
| d) HNO_3 | h) HClO | |

Resolução

- a) Ácido clorídrico
b) Ácido fluorídrico
c) Ácido cianídrico
d) Ácido nítrico – com base no Nox do N que é +5 ($\overset{+1}{\text{H}} \overset{+5}{\text{N}} \overset{-2}{\text{O}_3} = +1 + 5 - 6 = 0$)
e) Ácido nitroso – com base no Nox do N que é +3 ($\overset{+1}{\text{H}} \overset{+3}{\text{N}} \overset{-2}{\text{O}_2} = +1 + 3 - 4 = 0$)
f) Ácido sulfúrico – com base no Nox do S que é +6 ($\overset{+1}{\text{H}_2} \overset{+6}{\text{S}} \overset{-2}{\text{O}_4} = +2 + 6 - 8 = 0$)
g) Ácido perclórico – com base no Nox do Cl que é +7 ($\overset{+1}{\text{H}} \overset{+7}{\text{Cl}} \overset{-2}{\text{O}_4} = +1 + 7 - 8 = 0$)
h) Ácido hipocloroso – com base no Nox do Cl que é +1 ($\overset{+1}{\text{H}} \overset{+1}{\text{Cl}} \overset{-2}{\text{O}} = +1 + 1 - 2 = 0$)
i) Ácido clórico – com base no Nox do Cl que é +5 ($\overset{+1}{\text{H}} \overset{+5}{\text{Cl}} \overset{-2}{\text{O}_3} = +1 + 5 - 6 = 0$)

Bases

Assim como os ácidos, as bases, também denominadas de hidróxidos, estão constantemente presentes em nosso cotidiano. Alguns exemplos são o hidróxido de sódio (NaOH), conhecida como soda cáustica, utilizada na fabricação de sabão; e o hidróxido de amônio (NH₄OH), conhecido como amoníaco, utilizado em produtos de limpeza.

Adobestock



Uma das substâncias utilizadas na fabricação de sabão é a soda cáustica (NaOH).

Adobestock



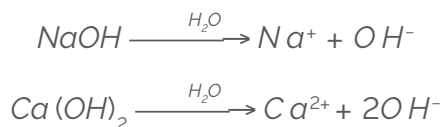
Frutas como banana e caqui verde apresentam caráter básico, indicado pela adstringência (que "amarram a boca").

Definição de base

Segundo Arrhenius:

Bases são compostos que, por dissociação iônica em solução aquosa, liberam como íons negativos apenas o ânion hidróxido (OH⁻), também denominado como hidroxila.

Ou seja, para caracterizar uma base, o OH⁻ deve aparecer ao realizar a dissociação. O OH⁻ é o radical funcional da base e a dissociação é representada da seguinte maneira:



Em geral, as bases são formadas por um metal (cátion) e o OH⁻ (ânion). A única base que não é composta por um metal é o hidróxido de amônio (NH₄OH).

Atividades resolvidas

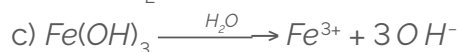
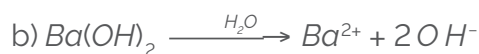
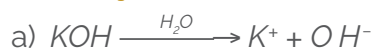
R4. Escreva a equação de dissociação das seguintes bases, segundo Arrhenius:

a) KOH

b) Ba(OH)₂

c) Fe(OH)₃

Resolução



Atividades

3. Escreva a equação de dissociação das seguintes bases:

a) CsOH

b) Mg(OH)₂

c) Pt(OH)₄

Classificação de bases

As bases podem ser classificadas de acordo com:

Número de hidroxilas (OH⁻):

- **Monobases:** 1 OH⁻ é produzida. Ex. NaOH, KOH, etc.
- **Dibases:** 2 OH⁻ são produzidas. Ex. Ca(OH)₂, Fe(OH)₂, etc.
- **Tribases:** 3 OH⁻ são produzidas. Ex. Fe(OH)₃, Al(OH)₃, etc.
- **Tetrabases:** 4 OH⁻ são produzidas. Ex. Pt(OH)₄, Sn(OH)₄, etc.

Não existem bases com mais de quatro hidroxilas por molécula.

Solubilidade:

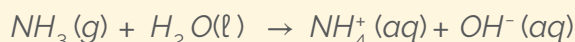
- **Solúveis:** hidróxidos de metais alcalinos. Ex. NaOH, KOH, etc. e hidróxido de amônio (NH_4OH).
- **Pouco solúveis:** hidróxidos de metais alcalinoterrosos. Ex. $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Mg}(\text{OH})_2$, etc.
- **Praticamente insolúveis:** demais metais.

Grau de dissociação (α):

O grau de dissociação está ligado à solubilidade da molécula: quanto mais solúvel, mais forte é a base.

- **Base forte:** hidróxidos de metais alcalinos e de metais alcalinoterrosos.
- **Bases fracas:** hidróxido de amônio (NH_4OH) e dos metais em geral (excluindo os metais alcalinos e alcalinoterrosos).

A amônia é uma base diferente das demais. Em primeiro lugar, não podemos confundir amônia (NH_3), que é uma molécula gasosa, com o amônio (NH_4^+), que é um íon positivo (cátion). A amônia sofre ionização ao reagir com água, produzindo como único íon o OH^- . Por esse motivo ela é classificada como uma monobase.



Atividades

4. Classifique bases a seguir de acordo com os critérios:

- Monobase, dibase, tribase ou tetrabase.
- Forte ou fraca.
- Solúvel, pouco solúvel ou praticamente insolúvel.

a) NaOH

b) $\text{Fe}(\text{OH})_3$

c) $\text{Zn}(\text{OH})_2$

d) NH_4OH

e) $\text{Sn}(\text{OH})_4$

Nomenclatura de bases

Bases de metais que possuem carga fixa:

Hidróxido de _____
nome do elemento

Bases de metais que possuem carga variável:

Hidróxido de _____ *+ carga do cátion*
nome do elemento *(em algarismo romanos)*

Atividades resolvidas

R5. Determine a nomenclatura das seguintes bases, consultando a tabela de cátions ao final do capítulo:



Resolução

a) Hidróxido de magnésio.

d) Hidróxido de rubídio.

b) Hidróxido de célio.

e) Hidróxido de platina (IV).

c) Hidróxido de mercúrio (II).

f) Hidróxido de prata.

Atividades

5. Escreva as fórmulas das seguintes bases:

a) Hidróxido de sódio

b) Hidróxido de ferro II

c) Hidróxido de ferro III

d) Hidróxido de cálcio

e) Hidróxido de cobre I

Escala de pH

Água totalmente pura é considerada um meio neutro. Quando dissolvemos um ácido em água, uma solução ácida é formada, e quando uma base é dissolvida em água, uma solução básica (alcalina) é formada. Cada solução apresenta um grau de acidez ou basicidade, expresso por meio do potencial hidrogeniônico (pH).

A escala de pH vai de 0 a 14 e é analisada a uma temperatura de 25 °C.

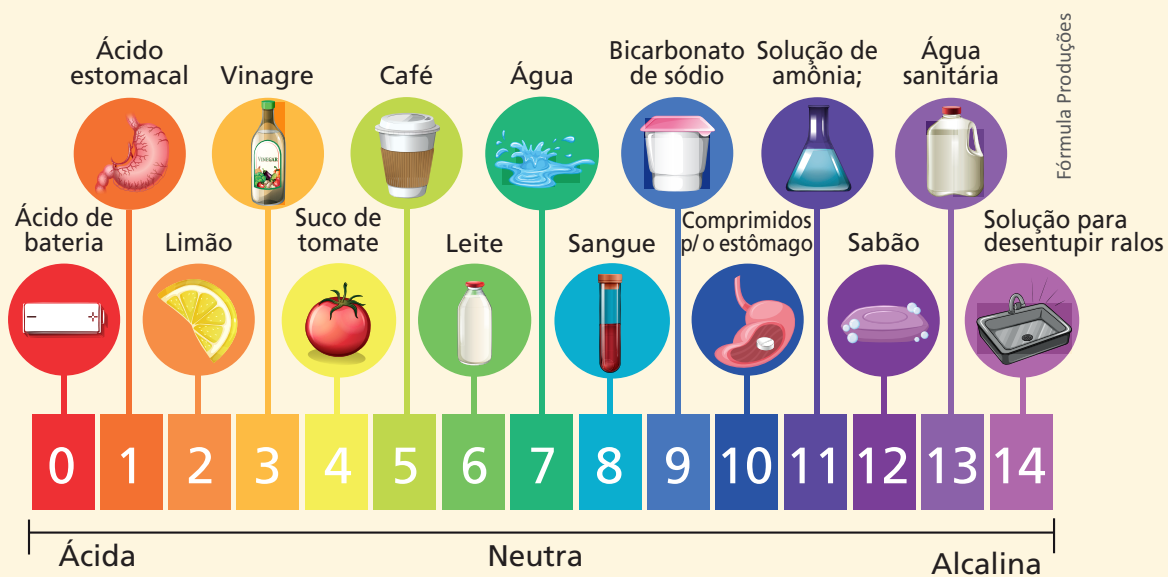
Solução **ácida**: $\text{pH} < 7$;

Solução **neutra**: $\text{pH} = 7$;

Solução **básica**: $\text{pH} > 7$.

Quanto menor o pH, mais ácida é a solução, e quanto mais elevado o pH, mais alcalina é a solução.

Observe o pH de algumas soluções presentes no cotidiano:



Sais

O sal mais utilizado no nosso cotidiano é o cloreto de sódio (NaCl), conhecido popularmente como sal de cozinha. Outro sal bem comum é o bicarbonato de sódio (NaHCO₃), usado como antiácido e em receitas. Estão presentes também em fertilizantes, que tem o intuito de fornecer às plantas os elementos químicos indispensáveis para o crescimento, floração e frutificação.

Sais são sólidos à temperatura ambiente, seus átomos se ligam formando uma rede chamada de retículo cristalino, e apresentam ponto de fusão e ebulição elevados, ou seja, precisam de elevadas temperaturas para mudar do estado físico sólido para líquido e de líquido para gasoso.



O sal de cozinha, NaCl é extraído de salinas — água do mar é represada e com o sol evapora, restando apenas o sal.

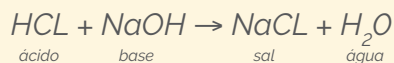


O sal carbonato de cálcio (CaCO₃) pode ser o principal constituinte de esqueletos e conchas de animais marinhos.

Definição de sal

A reação entre um ácido e uma base de Arrhenius é chamada de reação de neutralização, ou salificação, pois são formados sal e água na reação.

Observe a reação a seguir:

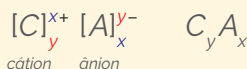


Sais são compostos iônicos que possuem pelo menos um cátion diferente de H⁺ e um ânion diferente de OH⁻.

Sal também pode ser definido como um composto iônico que contém cátions provenientes de uma base e ânions provenientes de um ácido.

Utilizando o exemplo do NaCl, o cátion Na⁺ é proveniente do NaOH e o ânion Cl⁻ é proveniente do HCl.

Um sal pode ser representado genericamente da seguinte maneira:



Classificação de sais

Sais podem ser classificadas de acordo com:

Natureza dos íons:

- **Sal normal:** o ânion presente no sal não possui hidrogênio ionizável (H^+) e não apresenta o ânion OH^- . Ex. $NaCl$, $BaSO_4$, etc.
- **Hidrogenossal:** apresenta dois cátions, sendo um deles obrigatoriamente H^+ , e somente um ânion. Ex. $NaHCO_3$ ($Na^+H^+CO_3^-$), etc.
- **Hidroxissal** ou **sal básico:** apresenta dois ânions, sendo um deles obrigatoriamente OH^- , e somente um cátion. Ex. $Ca(OH)Cl$ ($Ca^+(OH)^-Cl$), etc.
- **Sal duplo** ou **misto:** apresenta dois cátions ou dois ânions diferentes de H^+ e OH^- , respectivamente. Ex. $NaLiSO_4$, $Ca(Cl)ClO$, etc.
- **Sal hidratado:** apresenta moléculas de água no retículo cristalino. Ex. $CuSO_4 \cdot 5 H_2O$.

Neutralização total e parcial

Quando misturamos duas soluções em que o número total de H^+ do ácido e todos os OH^- reagem, dizemos que a neutralização é total. A solução resultante de uma neutralização total tem pH igual a 7, pois não haverá excesso de H^+ ou de OH^- em solução, formando um sal normal.

Quando a neutralização é parcial, podem ser formados sais ácidos, denominados hidrogenossais por apresentarem H^+ como um dos cátions. Mas a neutralização parcial pode também ser básica, formando hidroxissais, que apresentam OH^- como ânion.

Solubilidade em água:

Solúveis (como regra)	Insolúveis (exceção)	Insolúveis (como regra)	Solúveis (exceção)
Nitratos (NO_3^-) Acetatos ($CH_3 - COO^-$)	—	Sulfetos (S^{2-})	Metais alcalinos, alcalinoterrosos e amônio (NH_4^+)
Cloretos (Cl^-) Brometos (Br^-) Iodetos (I^-)	Ag^+ , Hg_2^{2+} , Pb^{2+}	Carbonatos (CO_3^{2-})	Metais alcalinos e amônio (NH_4^+)
Sulfatos (SO_4^{2-})	Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} , Pb^{2+}	Fosfatos (PO_4^{3-})	Metais alcalinos e amônio (NH_4^+)

Sais solúveis são bons eletrólitos, ou seja, têm elevado grau de dissociação em solução aquosa, sendo bons condutores elétricos.

Atividades resolvidas

R6. Classifique os sais a seguir de acordo com os critérios:

- Sal normal; hidrogenossal; hidroxissal; ou sal duplo.

a) CaBrCl

b) PbS

c) NaHCO_3

d) Al(OH)Cl_2

Resolução

a) Sal duplo.

b) Sal normal.

c) Hidrogenossal.

d) Hidroxissal.

Atividades

6. Identifique os cátions e os ânions dos seguintes sais:

a) NaHSO_4

b) CaClBr

c) Ca(OH)Cl

d) FePO_4

Nomenclatura de sais

Para esse momento de estudo vamos nomear apenas sais normais. A nomenclatura pode ser feita de duas maneiras.

A primeira é considerando o nome do ácido de origem e alterando sua terminação, de acordo com o seguinte:

	<i>ídrico</i>		<i>eto</i>
<i>Ácido</i>	<i>oso</i>	<i>Sal</i>	<i>ito</i>
	<i>ico</i>		<i>ato</i>

Esquematicamente:

	<i>eto</i>	
	<i>ito</i>	
<u>Nome do ácido de origem, mudando a terminação</u>	<i>ato</i>	<u>Nome do cátion da base de origem</u>

A segunda maneira é:

nome do cátion de nome do ânion

Atividades resolvidas

R7. Determine a nomenclatura dos seguintes sais:

a) NaCl

c) K_2SO_4

e) $Fe_2(SO_4)_3$

b) KNO_2

d) $AgNO_3$

Resolução

a) Cloreto de sódio.

c) Sulfato de potássio.

e) Sulfato de ferro III.

b) Nitrito de potássio.

d) Nitrito de prata.

Atividades

7. Escreva as fórmulas dos seguintes sais:

a) Carbonato de sódio

b) Sulfato de ferro II

c) Cloreto de cobre

d) Sulfato de bário

e) Cloreto de ferro III

Óxidos

O principal óxido presente em nosso cotidiano é a água (H_2O), sem ela não existiria vida na Terra. O gás carbônico (CO_2) é o óxido que possibilita a fotossíntese pelos vegetais. Óxidos estão presentes também em minerais, como é o caso da hematita (Fe_2O_3). Frequentemente estão relacionados à poluição atmosférica, por exemplo o CO , SO_2 e SO_3 , que serão vistos adiante.

Adobestock



Areia é composta pelo óxido de silício, conhecida como sílica (SiO_2).

Adobestock



Cal viva ou virgem (CaO) é utilizada no solo para diminuir a acidez do solo.

Definição de óxido

Apenas compostos formados por flúor e oxigênio não são considerados óxidos, pois o flúor é mais eletro-negativo que o oxigênio.

Óxidos são compostos binários que possuem oxigênio como elemento mais eletronegativo.

Classificação de óxidos

Óxido podem ser classificados em:

- **Óxidos básicos:** reagem com água formando uma base ou reagem com um ácido formando sal e água. Apresentam caráter iônico, em que o metal terá geralmente "carga" +1 ou +2. Ex. Na_2O , BaO .
- **Óxidos ácidos:** reagem com água formando um ácido ou reagem com uma base formando sal e água. Apresentam caráter covalente, e geralmente são formados por ametais. Ex. SO_3 , CO_2 .
- **Óxidos neutros:** não reage com água, base ou ácido. Óxidos covalentes formados por ametais. Ex. N_2O , CO .
- **Óxidos anfóteros:** se comportam ora como óxido básico, ora como óxido ácido. Ex. ZnO , Al_2O_3 .

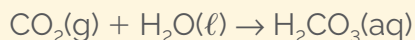
- **Óxidos duplos ou mistos:** resultam de dois óxidos do mesmo elemento.

Ex. Fe_3O_4 , Pb_3O_4 .

- **Peróxidos:** apresentam em sua estrutura o grupo $(\text{O}_2)^{2-}$. Reagem com água ou com ácidos diluídos produzindo água oxigenada (H_2O_2). Ex. H_2O_2 , Na_2O_2 .

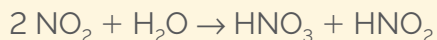
Chuva ácida

Naturalmente a chuva é um pouco ácida, pois com a respiração de plantas e animais é liberado CO_2 na atmosfera e, ao reagir com a água, forma-se o ácido carbônico, conforme a reação a seguir:



A presença desse ácido não causa nenhum mal aos seres vivos. Mas outras fontes de poluição atmosférica, como a queima de combustíveis fósseis e o excesso de poluentes, podem sim diminuir o pH da chuva e causar danos, como problemas de saúde, corrosão das folhas dos vegetais e aumento da acidez do solo, o que pode prejudicar as plantações, provocar a corrosão de monumentos históricos, entre outros.

Os óxidos de nitrogênio (NO_x) e óxidos de enxofre (SO_2 e SO_3) são os principais responsáveis pela acidificação da chuva. Observe as reações que apresentam os ácidos formados a partir desses óxidos:

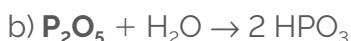
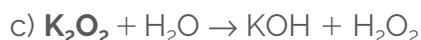


Adobestock

Atividades resolvidas

R8. Classifique os óxidos em destaque em:

- óxidos básicos; óxidos ácidos; óxidos neutros; óxidos anfóteros; óxidos duplos ou mistos; peróxidos.



Resolução

a) Óxido básico.

b) Óxido ácido.

c) Peróxido.

Nomenclatura de óxidos

Óxidos podem ser nomeados de duas maneiras:

Óxidos moleculares são formados pela ligação do oxigênio a um não metal. São nomeados da seguinte maneira:

<i>Prefixo que indica a quantidade de oxigênios (mono, di, tri...)</i>	+ óxido de	<i>Prefixo que indica a quantidade do outro elemento (di, tri, tetra...)</i>	+ nome do elemento
--	------------	--	--------------------

Óxidos iônicos são formados pela ligação entre metais e oxigênio. São nomeados da seguinte maneira:

Óxido de *nome do elemento*

Quando um elemento forma dois óxidos, seu número de oxidação é indicado em algarismos romanos ao final do nome.

Atividades resolvidas

R9. Determine a nomenclatura dos seguintes óxidos:



Resolução

a) Trióxido de enxofre.

c) Óxido de cobre I.

e) Óxido de zinco.

b) Óxido de cobre II.

d) Monóxido de nitrogênio.

f) Dióxido de cálcio.

Atividades

8. Escreva as fórmulas dos seguintes óxidos moleculares:

a) Monóxido de carbono

b) Monóxido de dinitrogênio

c) Dióxido de nitrogênio

d) Dióxido de enxofre

9. Escreva as fórmulas dos seguintes óxidos iônicos:

- a) Óxido de sódio
- b) Óxido de cálcio
- c) Óxido de lítio
- d) Óxido de ferro II
- e) Óxido de ferro III

Resumo

ÁCIDOS

Sofrem ionização liberando como único cátion H^+ .

Classificação:

Quanto a presença de oxigênio

Oxiácidos: apresentam oxigênio na molécula. Ex. H_2SO_4 .

Hidrácidos: não apresentam oxigênio. Ex. HCl .

Quanto à força

Forte: $\alpha > 50\%$.

Moderado: $5\% > \alpha > 50\%$.

Fraco: $\alpha < 5\%$.

Quanto ao número de hidrogênios ionizáveis

Monoácidos: 1 H^+ são produzidos.

Diácidos: 2 H^+ são produzidos.

Triácido: 3 H^+ são produzidos.

Tetrácidos: 4 H^+ são produzidos.

Nomenclatura

Hidrácidos são nomeados da seguinte maneira:

Ácido ídrico
nome do ânion

Oxiácidos são nomeados de acordo com o seu número de oxidação:

Nox do elemento central	Prefixo	Intermediário	Sufixo
+1 ou +2	hipo	nome do ânion	oso
+3 ou +4	–	nome do ânion	oso
+5 ou +6	–	nome do ânion	ico
+7	per	nome do ânion	ico

BASES

Sofrem dissociação liberando como único ânion OH^- . Fórmula AOH .

Classificação:

Quanto ao número de hidroxilas

Monobases: 1 OH^- é produzida. Ex. NaOH .

Dibases: 2 OH^- são produzidas. Ex. Ca(OH)_2 .

Tribases: 3 OH^- são produzidas. Ex. Fe(OH)_3 .

Tetrabases: 4 OH^- são produzidas. Ex. Pt(OH)_4 .

Quanto à força

Base forte: hidróxidos de metais alcalinos e de metais alcalinoterrosos.

Bases fracas: hidróxido de amônio (NH_4OH) e dos metais em geral (excluindo os metais alcalinos e alcalinoterrosos).

Quanto à solubilidade:

Solúveis: hidróxidos de metais alcalinos e hidróxido de amônio.

Pouco solúveis: hidróxidos de metais alcalinoterrosos.

Praticamente insolúveis: demais metais.

Nomenclatura

Bases de metais que possuem carga fixa:

Hidróxido de Nome do elemento

Bases de metais que possuem carga variável:

Hidróxido de Nome do elemento + carga do cátion
(em algarismo romanos)

SAIS

São compostos iônicos que possuem pelo menos um cátion diferente de H^+ e um ânion diferente de OH^- .

Classificação:

Quanto à natureza dos íons:

Sal normal: o ânion presente no sal não possui hidrogênio ionizável (H^+) e não apresenta o ânion OH^- . Ex. NaCl .

Hydrogenossal ou sal ácido: apresenta dois cátions, sendo um deles obrigatoriamente H^+ , e somente um ânion. Ex. NaHCO_3 .

Hidroxissal ou sal básico: apresenta dois ânions, sendo um deles obrigatoriamente OH^- , e somente um cátion. Ex. Ca(OH)Cl .

Sal duplo ou misto: apresenta dois cátions ou dois ânions diferentes de H^+ e OH^- , respectivamente. Ex. NaLiSO_4 .

Sal hidratado: apresenta moléculas de água no retículo cristalino. Ex. $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$.

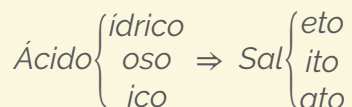
Quanto a solubilidade em água:

Solúveis (como regra)	Insolúveis (exceção)	Insolúveis (como regra)	Solúveis (exceção)
Nitratos (NO_3^-) Acetatos ($CH_3 - COO^-$)	—	Sulfetos (S^{2-})	Metais alcalinos, alcalinoterrosos e amônio (NH_4^+)
Cloreto (Cl^-) Brometos (Br^-) Iodetos (I^-)	Ag^+ , Hg_2^{2+} , Pb^{2+}	Carbonatos (CO_3^{2-})	Metais alcalinos e amônio (NH_4^+)
Sulfatos (SO_4^{2-})	Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} , Pb^{2+}	Fosfatos (PO_4^{3-})	Metais alcalinos e amônio (NH_4^+)

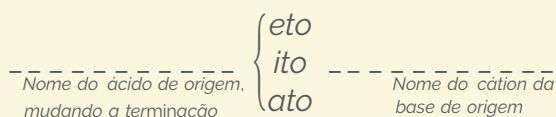
Nomenclatura

Em sais normais, a nomenclatura pode ser feita de duas maneiras.

A primeira é considerando o nome do ácido de origem e alterando sua terminação, de acordo com o seguinte:



Esquemáticamente:



A segunda maneira é:

nome do cátion de nome do ânion

ÓXIDOS

São compostos binários que possuem oxigênio como elemento mais eletronegativo. Compostos formados por flúor e oxigênio não são considerados óxidos.

Classificação

Óxidos básicos: reagem com água formando uma base ou reagem com um ácido formando sal e água. Apresentam caráter iônico, em que o metal terá geralmente "carga" +1 ou +2. Ex. Na_2O .

Óxidos ácidos: reagem com água formando um ácido ou reagem com uma base formando sal e água. Apresentam caráter covalente, e geralmente são formados por ametais. Ex. SO_3 .

Óxidos neutros: não reage com água, base ou ácido. Óxidos covalentes formados por ametais. Ex. N_2O .

Óxidos anfóteros: se comportam ora como óxido básico, ora como óxido ácido. Ex. ZnO .

Óxidos duplos ou mistos: resultam de dois óxidos do mesmo elemento. Ex. Fe_3O_4 .

Peróxidos: apresentam em sua estrutura o grupo $(\text{O}_2)^{2-}$. Reagem com água ou com ácidos diluídos produzindo água oxigenada (H_2O_2). Ex. Na_2O_2 .

Nomenclatura

Óxidos moleculares:

<i>Prefixo que indica a quantidade de oxigênios (mono, di, tri...)</i>	+ óxido de	<i>Prefixo que indica a quantidade do outro elemento (di, tri, tetra...)</i>	+ nome do elemento
--	------------	--	--------------------

Óxidos iônicos:

Óxido de *nome do elemento*

Quando um elemento forma dois óxidos, seu número de oxidação é indicado em algarismos romanos ao final do nome.

TABELA DOS PRINCIPAIS CÂTIONS

Monovalente (+1)	Divalentes (+2)	Trivalentes (+3)
Li^+ Lítio	Be^{2+} Berílio	Al^{+3} Alumínio
Na^+ Sódio	Mg^{2+} Magnésio	Fe^{3+} Ferro III (férico)
K^+ Potássio	Ca^{2+} Cálcio	Bi^{3+} Bismuto
Rb^+ Rubídio	Sr^{2+} Estrôncio	Au^{3+} Ouro III (áurico)
Cs^+ Césio	Ba^{2+} Bário	Co^{3+} Cobalto III (cobáltico)
Fr^+ Frâncio	Ra^{2+} Rádio	Ni^{3+} Níquel III (níquelico)
Ag^+ Prata	Zn^{2+} Zinco	Cr^{3+} Cromo III (crômico)
NH_4^+ Amônio	Cd^{2+} Cádmio	Tetravalentes (+4)
Cu^+ Cobre	Cu^{2+} Cobre II (cúprico)	
Au^+ Ouro	Hg^{2+} Mercúrio II (mercúrico)	
Hg^+ Mercúrio	Fe^{2+} Ferro II (ferroso)	
H_3O^+ Hidroxônio (Hidrônio)	Co^{2+} Cobalto II (cobaltoso)	
	Ni^{2+} Níquel II (níqueloso)	
	Cr^{2+} Cromo II (cromoso)	
	Mn^{2+} Mangânes II (manganoso)	
	Sn^{2+} Estanho II (estanoso)	
	Pb^{2+} Chumbo II (plumboso)	
	Ti^{2+} Titânio II (titanoso)	
	Pt^{2+} Platina II (platinoso)	
		Sn^{4+} Estanho IV (estânico)
		Pb^{4+} Chumbo IV (plumbico)
		Ti^{4+} Titânio IV (titânico)
		Pt^{4+} Platina IV (platínico)
		Mn^{4+} Mangânes IV (mangânico)

TABELA DOS PRINCIPAIS ÂNIONS

Monovalente (-1)	Monovalente (-1)	Bivalentes (-2)
Cl ⁻ Cloreto	NCO ⁻ Isocianato	S ⁻² Sulfeto
Br ⁻ Brometo	SCN ⁻ Tiocianato	SO ₃ ⁻² Sulfito
I ⁻ Iodeto	PO ₃ ⁻ Metafosfato	SO ₄ ⁻² Sulfato
F ⁻ Fluoreto	H ₂ PO ₂ ⁻ Hipofosfito	S ₂ O ₇ ⁻² Pirossulfato
ClO ⁻ Hipoclorito	MnO ₄ ⁻ Permanganato	HPO ₃ ⁻² Fosfito
ClO ₂ ⁻ Clorito	H ⁻ Hidreto	SiO ₃ ⁻² Metassilicato
ClO ₃ ⁻ Clorato	O ₂ ⁻ Superóxido	CrO ₄ ⁻² Cromato
ClO ₄ ⁻ Perclorato	OH ⁻ Hidróxido	Cr ₂ O ₇ ⁻² Dicromato
BrO ⁻ Hipobromito	CH ₃ COO ⁻ Etanoato (acetato)	O ⁻² Óxido
BrO ₂ ⁻ Bromito	[Al(OH) ₄] ⁻ Tetraidroxialuminato	O ₂ ⁻² Peróxido
BrO ₃ ⁻ Bromato	HS ⁻ Hidrogenossulfeto	HPO ₄ ⁻² Hidrogenofosfato ou fosfato ácido
IO ⁻ Hipiodito	HSO ₃ ⁻ Hidrogenossulfito ou sulfito ácido ou bissulfito	C ₂ O ₄ ⁻² Oxalato
IO ₃ ⁻ Iodato	HSO ₄ ⁻ Hidrogenossulfato ou sulfato ácido ou bissulfato	Trivalentes (-3)
IO ₄ ⁻ Periodato	HCO ₃ ⁻ Hidrogenocarbonato ou bicarbonato ou carbonato ácido	
NO ₂ ⁻ Nitrito	H ₂ PO ₄ ⁻ Diidrogenofosfato ou fosfato diácido	N ⁻³ Nitreto
NO ₃ ⁻ Nitrato		PO ₄ ⁻³ Ortofosfato (fosfato)
N ₃ ⁻ Azoteto		AsO ₄ ⁻³ Arsenato
NH ₂ ⁻ Amideto		[Fe(CN) ₆] ⁻³ Ferrocianeto
CN ⁻ Cianeto		Tetravalentes (-4)
OCN ⁻ Cianato		
		P ₂ O ₇ ⁻⁴ Pirofosfato
		SiO ₄ ⁻⁴ Ortossilicato
		[Fe(CN) ₆] ⁻⁴ Ferrocianeto

Avalie o que aprendeu

1. (UERJ) O composto de fórmula FeCl_3 é empregado no tratamento de águas por conta de sua ação coagulante sobre impurezas.

Esse composto pertence à seguinte função inorgânica:

- a) sal. b) base. c) ácido. d) óxido.

2. (UEPG) Identifique as alternativas que trazem exemplos de um hidrácido e de um oxiácido, respectivamente, e assinale o que for correto.

01. H_2S e H_3PO_4
02. HClO e H_2CO_3
04. H_2SO_3 e HCN
08. HCl e HNO_2

3. (UCPel) Na Odontologia é crescente o emprego do óxido nitroso (N_2O), popularmente conhecido como gás hilariante, como um agente sedativo usado para controlar, de forma segura e efetiva, a dor e a ansiedade durante um tratamento dentário. Esse composto é classificado como um óxido:

- a) neutro, porque não reage com ácidos, bases nem água.
b) ácido, porque reage com água produzindo oxiácidos.
c) básico, porque reage com água produzindo bases.
d) anfótero, porque ora age como ácido, ora age como base.
e) misto, porque provém da união de outros dois óxidos de nitrogênio.

4. (UPF) De acordo com imagens do Inpe (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), a fumaça das queimadas que devastam a Amazônia e o Pantanal começou a chegar em meados de setembro de 2021 às regiões Sul e Sudeste do país. Dados do instituto indicam que entre janeiro e agosto deste ano foram registrados 10.153 focos de incêndio no Pantanal – número superior ao total registrado entre 2014 e 2019 (10.048).

O fenômeno da chuva com comportamento ácido é causado por reações químicas que ocorrem entre alguns gases liberados na atmosfera de forma antrópica ou natural e o vapor d'água. Como consequência, há a formação de algumas substâncias de comportamento ácido, como por exemplo: **ácido carbônico**, **ácido sulfúrico**, **ácido sulfuroso**, dentre outros, que conferem pH abaixo de 7,0 à água da chuva.

(Fonte: <https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/chuva-escura-chamaatencao-no-rs-queimada-no-pantanal-pode-ter-causado-phenomeno>).

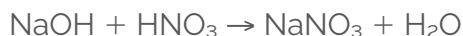
As fórmulas moleculares dos ácidos citados no texto são, respectivamente:

- a) HCO_3 ; H_2SO_3 ; HSO_2 c) H_2CO_4 ; H_2SO_3 ; H_2SO_3 e) H_2CO_4 ; H_2SO_4 ; H_2S
b) H_2CO_3 ; H_2SO_4 ; H_2SO_3 d) H_2CO_3 ; H_2SO_3 ; H_2SO_4

5. (UEA) Em comemorações, como no início de um novo ano, são utilizados fogos de artifício que colorem e enfeitam o céu devido à presença de substâncias químicas em sua composição. São os metais em forma de íons que produzem as diferentes cores na explosão desses fogos. As substâncias e suas respectivas colorações estão apresentadas na tabela:

Substâncias	Coloração
SrCO_3	vermelha intensa
CaCl_2	laranja
BaCl_2	verde
NaNO_3	amarela

O composto NaNO_3 de coloração amarela pode ser obtido pela reação:



Os compostos NaOH , NaNO_3 e HNO_3 , envolvidos na reação, são:

- a) óxido de sódio, nitrito de sódio e ácido nitroso.
- b) hidróxido de sódio, nitrito de sódio e ácido nitroso.
- c) hidróxido de sódio, nitrato de sódio e ácido nítrico.
- d) óxido de sódio, trióxido de sódio e ácido nitroso.
- e) hidróxido de sódio, trióxido de sódio e ácido nítrico.

6. (CFTMG) A água da chuva é naturalmente ácida devido à presença do gás carbônico encontrado na atmosfera. Esse efeito pode ser agravado com a emissão de gases contendo enxofre, sendo o dióxido e o trióxido de enxofre os principais poluentes que intensificam esse fenômeno. Um dos prejuízos causados pela chuva ácida é a elevação do teor de ácido no solo, implicando diretamente a fertilidade na produção agrícola de alimentos. Para reduzir a acidez provocada por esses óxidos, frequentemente é utilizado o óxido de cálcio, um óxido básico capaz de neutralizar a acidez do solo.

As fórmulas moleculares dos óxidos citados no texto são, respectivamente:

- a) CO , SO , SO_2 e CaO_2 .
- b) CO_2 , SO_2 , SO_3 e CaO .
- c) CO_2 , S_2O , S_3O e CaO .
- d) CO , SO_2 , SO_3 e CaO_2 .

7. (UTFPR) Muitas substâncias químicas são usadas no nosso cotidiano. Alguns exemplos são dados abaixo:

- I. HNO_3 – é utilizado na fabricação de explosivos, como, por exemplo, a dinamite.
- II. H_2CO_3 – é um dos constituintes dos refrigerantes e das águas gaseificadas.
- III. NaOH – utilizado na fabricação de sabão.
- IV. NH_4OH – usado na produção de fertilizantes.
- V. NaNO_3 – usado na produção de fertilizantes e de pólvora.
- VI. NaHCO_3 – usado em remédios antiácidos e extintores de incêndio.

Assinale a alternativa correta.

- a) Os compostos I, II, V e VI pertencem à função óxidos.
- b) Os compostos I, II e VI pertencem à função ácidos.
- c) Os compostos II, V e VI pertencem à função sais.
- d) Os compostos III e IV pertencem à função bases.
- e) Os compostos I, II, III, IV, V e VI pertencem à função óxidos.

8. (CFTMG) Em 2011 uma carreta que transportava mil litros de soda cáustica (NaOH) tombou na BR-101 próximo ao Rio Pium em Natal/RN. Com a finalidade de minimizar os efeitos nocivos deste produto, a empresa responsável pelo veículo providenciou um caminhão com cerca de 20 mil litros de um líquido capaz de neutralizar a soda cáustica presente na área afetada.

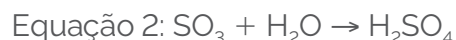
Disponível em: <<http://www.tribunadonorte.com.br/noticia/soda-caustica-vazou-para-orio-pium/181781>>.

Acesso em: 10 set. 2017 (adaptado).

O líquido que poderia ser utilizado nesse procedimento é o(a):

- a) vinagre.
- b) água destilada.
- c) leite de magnésia.
- d) solução de bicarbonato de sódio.

9. (Enem PPL) Muitas indústrias e fábricas lançam para o ar, através de suas chaminés, poluentes prejudiciais às plantas e aos animais. Um desses poluentes reage quando em contato com o gás oxigênio e a água da atmosfera, conforme as equações químicas:



De acordo com as equações, a alteração ambiental decorrente da presença desse poluente intensifica o(a):

- a) Formação de chuva ácida.
- b) Surgimento de ilha de calor.
- c) Redução da camada de ozônio.
- d) Ocorrência de inversão térmica.
- e) Emissão de gases de efeito estufa.

10. (ENEM) O processo de industrialização tem gerado sérios problemas de ordem ambiental, econômica e social, entre os quais se pode citar a chuva ácida. Os ácidos usualmente presentes em maiores proporções na água da chuva são o H_2CO_3 , formado pela reação do CO_2 atmosférico com a água, o HNO_3 , o HNO_2 , o H_2SO_4 e o H_2SO_3 . Esses quatro últimos são formados principalmente a partir da reação da água com os óxidos de nitrogênio e de enxofre gerados pela queima de combustíveis fósseis. A formação de chuva mais ou menos ácida depende não só da concentração do ácido formado, como também do tipo de ácido. Essa pode ser uma informação útil na elaboração de estratégias para minimizar esse problema ambiental. Se consideradas concentrações idênticas, quais dos ácidos citados no texto conferem maior acidez às águas das chuvas?

- a) HNO_3 e HNO_2 .
- b) H_2SO_4 e H_2SO_3 .
- c) H_2SO_3 e HNO_2 .
- d) H_2SO_4 e HNO_3 .
- e) H_2CO_3 e H_2SO_3 .



AdobeStock

Recife de coral com coloração alterada por acidose oceânica.

Capítulo 2

Equilíbrio químico

Na natureza, para se manter o equilíbrio de um ecossistema são necessários muitos cuidados. É o caso da Amazônia, por exemplo, que apresenta um ecossistema extremamente complexo e delicado. Qualquer modificação no solo, como o desmatamento, afeta todo o ecossistema, interferindo em fatores como a quantidade de nutrientes disponíveis, o que afeta outras plantas e os animais que se alimentam do que a terra fornece.

Pensemos agora em rios, lagos e oceanos. O desequilíbrio causado principalmente pela ação humana pode gerar problemas irreversíveis a esses ecossistemas.

Em consequência das atividades agropecuárias e industriais, por exemplo, ocorre a poluição dessas águas por agrotóxicos, poluentes líquidos ou sólidos, modificando física, biológica e quimicamente esses ambientes.

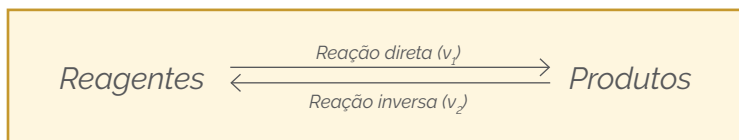
Para propor políticas e ações que impeçam essas alterações é necessário conhecer as necessidades desses ambientes. É aí que os cientistas e pesquisadores entram! Com estudos e pesquisas, é possível entender, por exemplo, qual o pH ideal dos oceanos para manter a vida como a conhecemos e quais substâncias interferem nesse equilíbrio.

Neste capítulo vamos apresentar alguns conceitos em torno do equilíbrio químico para que algumas questões ambientais como as apresentadas aqui sejam melhor compreendidas.

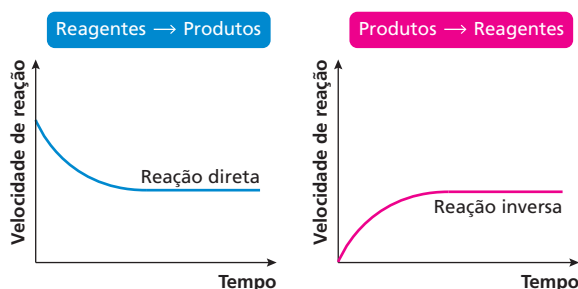
Conceito de equilíbrio químico

O conceito de **equilíbrio químico**, simplificado, é a situação na qual as concentrações dos participantes de uma reação não se alteram. A reação direta ou inversa ocorre em velocidades iguais, se encontrando em equilíbrio dinâmico.

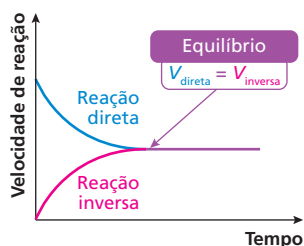
Lembrando que uma reação química é representada por reagentes e produtos, e quando está em equilíbrio químico é chamada de reação reversível, sendo representada por uma seta indicando para os dois lados, conforme a representação genérica a seguir:



Na reação direta os reagentes (lado esquerdo da reação) se transformam em produtos (lado direito da reação). Já na reação inversa são os produtos que se transformam em reagentes. Graficamente:



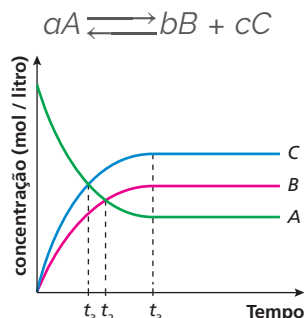
Como as reações direta e inversa estão ocorrendo com velocidades iguais ($v_1 = v_2$) e simultaneamente, podem ser representadas graficamente da seguinte maneira:



Quando o equilíbrio é atingido, a concentração dos reagentes e produtos permanecem constantes (inalteradas) no decorrer do tempo. Mas para que ocorra o equilíbrio químico é necessário que a temperatura seja constante e não tenha trocas com o ambiente, ou seja, ocorra em um **sistema fechado**.

Atividades resolvidas

R1. Observe a reação genérica a seguir e o gráfico que representa essa reação:

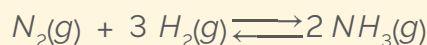


- a) Determine os reagentes e produtos dessa reação.
- b) Em que instante o equilíbrio é atingido?

Resolução

- a) A é reagente, pois tem-se uma concentração inicial dele diferente de zero; B e C são produtos, pois iniciam na base do gráfico em zero e têm um aumento de concentração com o passar do tempo.
- b) No instante t_3 o equilíbrio é atingido, pois o reagente A e os produtos B e C entram em equilíbrio quando as concentrações se tornam constantes.

O químico alemão Fritz Haber conseguiu obter gás nitrogênio (N_2) em laboratório quando buscava obter compostos nitrogenados para sintetizar amoníaco, a partir a seguinte reação:



A contribuição do alemão Carl Bosch aperfeiçoou esse processo, dando origem ao nome **Síntese de Haber-Bosch**, que tornou possível sintetizar industrialmente o amoníaco (NH_3). Esse processo era importante para a indústria pelo fato de o amoníaco poder ser utilizado como fertilizante, que era o principal foco da pesquisa. Contudo, foi também muito utilizado para fins militares, pois poderia ser convertido em ácido nítrico, utilizado na fabricação de pólvora e de outros explosivos, como TNT e a nitroglicerina.

A Síntese de Haber-Bosch é um exemplo de equilíbrio químico frequentemente utilizado.

Constante de equilíbrio (K_c)

A constante de equilíbrio (K_c) serve para avaliar a relação entre as quantidades de reagentes e produtos. Essa constante é representada pelo quociente entre as concentrações (mol/L) de produtos e reagentes após o equilíbrio ser atingido. Observe a reação genérica a seguir:



Em que: a , b , c e d são os coeficientes estequiométricos.

Supondo que a reação direta e inversa sejam elementares — ocorram em uma única etapa, a expressão da constante de equilíbrio (K_c) em função das concentrações é:

$$K_c = \frac{[\text{produtos}]}{[\text{reagentes}]} \text{ ou } K_c = \frac{[C]^c \cdot [D]^d}{[A]^a \cdot [B]^b}$$

Atenção: As concentrações dos produtos aparecem no numerador;

As concentrações dos reagentes aparecem no denominador;

Cada uma das concentrações é elevada ao coeficiente estequiométrico da equação balanceada;

O valor da constante depende somente da temperatura.

A constante de equilíbrio é válida apenas para sistemas homogêneos e ideais, ou seja, soluções aquosas ou no estado gasoso.

Constante de equilíbrio em função da pressão (K_p)

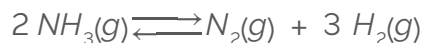
A constante de equilíbrio em função da pressão (K_p) é utilizada quando os participantes da reação são apenas gasosos, em que **p** refere-se às pressões parciais de cada gás envolvido na reação. Considere a seguinte reação e a expressão de K_p :



$$K_p = \frac{(pC)^c \cdot (pD)^d}{(pA)^a \cdot (pB)^b}$$

Atividades resolvidas

R2. Determine a representação de K_c e K_p , na decomposição da amônia:

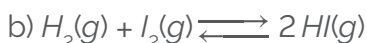
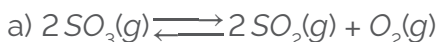


Resolução

$$K_c = \frac{[\text{N}_2] \cdot [\text{H}_2]^3}{[\text{NH}_3]^2} \quad K_p = \frac{(p\text{N}_2) \cdot (p\text{H}_2)^3}{(p\text{NH}_3)^2}$$

Atividades

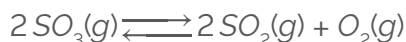
1. Determine a expressão da constante de equilíbrio em termos de K_c e K_p para as seguintes reações:



2. Em determinadas condições de temperatura e pressão, existem 2 mol/L de N_2O_4 em equilíbrio com 3 mol/L de NO_2 . Determine o valor da constante K_c , considerando a equação a seguir:



3. Considerando que a certa temperatura as pressões parciais do equilíbrio químico estabelecido entre os gases SO_3 , SO_2 e O_2 são respectivamente 0,4 atm, 0,2 atm e 0,5 atm, determine a constante de equilíbrio em termos de pressões parciais (K_p), considerando a seguinte equação:



Princípio de Le Chatelier

O químico francês Henry Louis Le Chatelier estabeleceu o chamado **Princípio de Le Chatelier**, o qual prevê o efeito de uma perturbação sobre o equilíbrio. Esse princípio demonstra que, quando um sistema em equilíbrio sofre uma perturbação, o equilíbrio irá alterar-se para reduzir o seu efeito.

Vejam os cada fator que altera o equilíbrio.

Influência da concentração: uma alteração na concentração (mol/L) desloca o equilíbrio, tanto se for aumentada quanto se for reduzida.

- **Aumento da concentração** de um participante desloca o equilíbrio no sentido do seu **consumo**, ou seja, do lado oposto.
- **Diminuição da concentração** de um participante desloca o equilíbrio no sentido da sua **formação**, ou seja, do mesmo lado.

Influência da temperatura: para entender a influência da temperatura no equilíbrio, é necessário saber se a reação é endotérmica ou exotérmica.

- **Aumento da temperatura** desloca o equilíbrio no sentido **endotérmico** (sentido de que absorve o calor).
- **Diminuição da temperatura** desloca o equilíbrio no sentido **exotérmico** (sentido de que libera o calor).

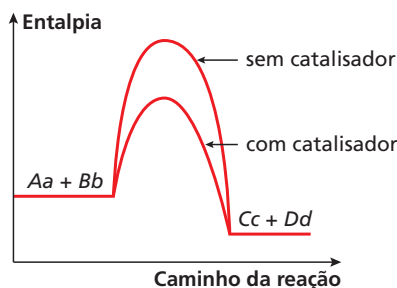
Influência da pressão: para entender a influência da pressão no equilíbrio, é necessário saber observar os expoentes da reação.

- **Aumento da pressão** desloca o equilíbrio no sentido em que há menor volume gasoso.
- **Diminuição da pressão** desloca o equilíbrio no sentido em que há maior volume gasoso.

A análise da influência da pressão é válida apenas para gases. Sólidos e líquidos não devem ser considerados.

Em reações em que o volume gasoso é o mesmo nos dois sentidos, o equilíbrio não é afetado.

Influência do catalisador: um catalisador não causa perturbação no equilíbrio. Ele tem a função de diminuir a energia de ativação – a energia necessária para que a reação ocorra, conforme demonstrado no gráfico a seguir:



Atividades resolvidas

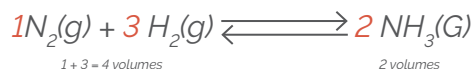
R3. Considerando a Síntese de Haber-Bosch representada na equação a seguir, responda o que se pede:



- a) Qual o efeito do aumento da pressão?
- b) Qual o efeito do aumento da concentração de NH_3 ?
- c) Qual o efeito do aumento da temperatura?
- d) Qual o efeito do catalisador?

Resolução

a) Com o aumento da pressão, ou seja, com redução do volume, o equilíbrio é deslocado para o lado direito, com menor volume gasoso.



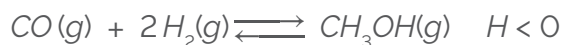
b) Com o aumento da concentração de NH_3 o equilíbrio é deslocado para o lado esquerdo.

c) Observando que a reação direta é exotérmica, ou seja, libera energia, com o aumento da temperatura o equilíbrio é deslocado para o lado esquerdo.

d) O catalisador não afeta o equilíbrio, apenas acelera a reação.

Atividades

4. Observe o seguinte equilíbrio:



Indique se o equilíbrio se desloca para **esquerda** ou para **direita** em cada uma das situações abaixo:

- a) aumento da concentração de CO desloca o equilíbrio para _____;
- b) diminuição da concentração de CH_3OH desloca o equilíbrio para _____;
- c) diminuição da pressão desloca o equilíbrio para _____;
- d) aumento da temperatura desloca o equilíbrio para _____.

Equilíbrio iônico

O **equilíbrio iônico** é um **equilíbrio químico** que **ocorre com** a participação de íons. Ocorrendo principalmente em ácidos fracos, bases e sais pouco solúveis em água.

Relembrando definição de ácidos e bases segundo Arrhenius:

Ácidos: substâncias que em solução aquosa sofrem ionização, liberando como único íon o H^+ .

Bases: substâncias que em solução aquosa sofrem dissociação, liberando como único íon OH^- .

Assim como é calculada a constante de equilíbrio (K_c), é possível calcular a constante de ionização de um ácido (K_a) e a constante de dissociação de uma base (K_b).

Observe a demonstração da expressão matemática da constante de ionização de um ácido (K_a) e de dissociação de uma base (K_b):



$$K_a = \frac{[H^+] \cdot [A^-]}{[HA]}$$

$$K_b = \frac{[B^+] \cdot [OH^-]}{[BOH]}$$

- Quanto maior o valor da constante de ionização ou dissociação (K_a ou K_b), mais ionizado ou dissociado está o ácido ou a base, ou seja, maior o α , logo, maior será sua força.
- Quanto maior é o valor de K_a , maior é sua força e maior a $[H^+]$.
- Quanto maior é o valor de K_b , maior é sua força e maior a $[OH^-]$.
- Como toda constante de equilíbrio, K_a e K_b só se altera com variação da temperatura.

Lei de diluição de Ostwald

É possível utilizar uma expressão matemática para relacionar a constante de ionização, a concentração em quantidade de matéria (mol/L) e o grau de ionização para monoácidos e monobases.

$$K_i = \frac{\alpha^2 \cdot []}{(1 - \alpha)}$$

Em que: K_i é utilizado para indicar K_a e K_b .

No caso de se utilizar monoácidos ou monobases fracas, com $\alpha \leq 5\%$, admite-se que o denominador $(1 - \alpha)$ tem valor muito próximo a 1, podendo a equação ser expressa de maneira simplificada.

$$K_i = \alpha^2 \cdot []$$

- Um ácido fraco apresenta K_a da ordem de 10^{-5} ou menor.
- Uma base fraca apresenta K_b da ordem de 10^{-5} ou menor.

Atividades resolvidas

R3. Considere as constantes de ionização dos ácidos I, II e III:

I. $K_i = 4,3 \cdot 10^{-5}$

II. $K_i = 4,9 \cdot 10^{-10}$

III. $K_i = 1,3 \cdot 10^{-7}$

Coloque-os em ordem crescente de acidez.

Resolução

$$\text{II. } 4,9 \cdot 10^{-10} < \text{III. } 1,3 \cdot 10^{-7} < \text{I. } 4,3 \cdot 10^{-5}$$

pH e pOH

O estudo do pH (potencial hidrogeniônico) e do pOH (potencial hidroxiliônico) relacionado ao equilíbrio químico é importante, entre outros motivos, para entender o efeito dos gases tóxicos liberados na atmosfera e como eles alteram a concentração dos íons da água nas soluções, tornando-as, por exemplo, mais ácidas. Tal alteração implica, por exemplo, em mudanças do pH do solo e da água, podendo afetar o ecossistema e causar danos que podem se tornar irreversíveis. Em contrapartida, tendo esse conhecimento é possível indicar substâncias que, quando combinadas, podem controlar o pH, mantendo o equilíbrio desejado.

Produto iônico da água

A moléculas de água são anfóteras, o que significa que em determinado momento ela pode se comportar como um ácido (formando cátions), e em outro momento pode se comportar como base (formando ânions). Com base em experimentos, observou-se que a água pura se ioniza quando usada como solvente, criando uma situação de equilíbrio cuja quantidade de íons pode variar de acordo com a temperatura. No entanto, essa quantidade de íons (cátions e ânions) será sempre a mesma. Em outras palavras, isso significa que a concentração de H^+ será igual à concentração de OH^- .

$$\text{Água pura a } 25^\circ\text{C: } [\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

A expressão matemática para calcular a constante do produto iônico da água (K_w) é definida pelo produto da concentração de íons hidrogênio (H^+) e hidróxido (OH^-). O valor de K_w a 25 °C é $1,0 \cdot 10^{-14}$. Observe:

Equilíbrio: $H_2O(l) \rightleftharpoons H^+(aq) + OH^-(aq)$

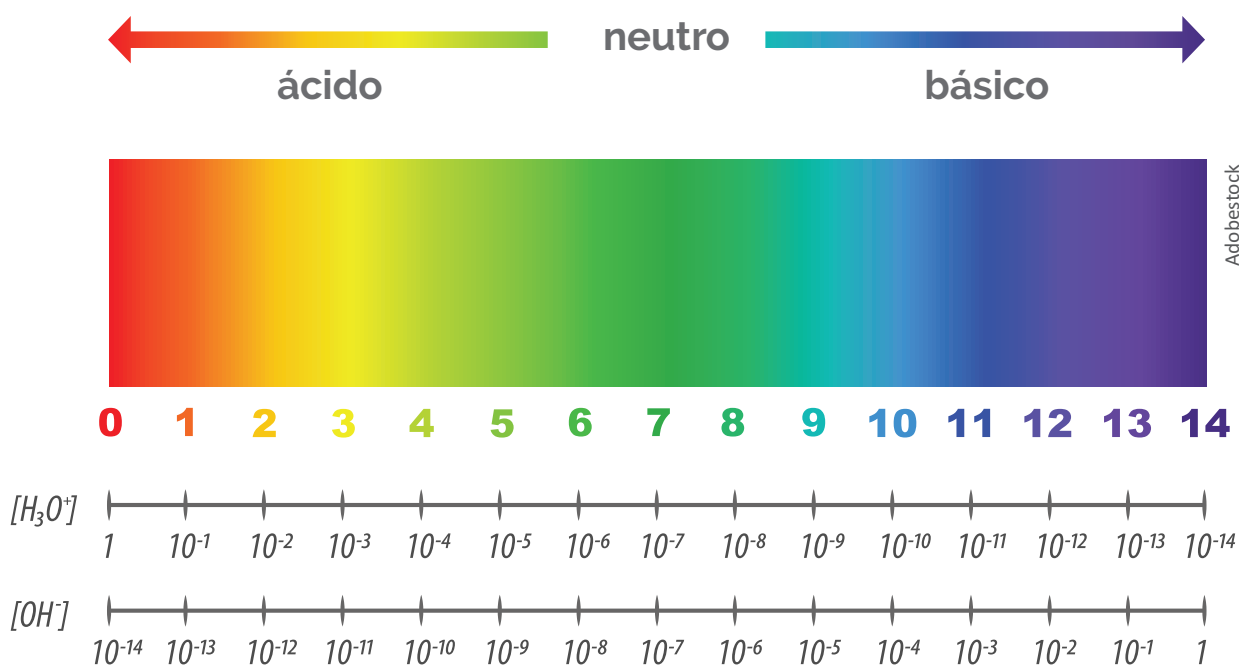
$$K_w = [H^+] \cdot [OH^-]$$

$$K_w = (10^{-7}) \cdot (10^{-7})$$

$$K_w = 10^{-14} \text{ ou } 1,0 \cdot 10^{-14}$$

Escala de pH

A escala de pH (potencial hidrogeniônico) é uma escala logarítmica que vai de 0 a 14.



Com ela, podemos analisar a concentração de H^+ e OH^- .

Soluções com pH inferior a 7,0 são consideradas ácidas; soluções com pH igual a 7 são neutras; e soluções com pH superior a 7,0 são consideradas básicas. Observe a tabela a seguir:

Tipo de solução	$[H^+]$	$[OH^-]$	pH
Ácida	$[H^+] > 10^{-7}$	$[OH^-] < 10^{-7}$	< 7
Básica	$[H^+] < 10^{-7}$	$[OH^-] > 10^{-7}$	> 7
Neutra	$[H^+] = 10^{-7}$	$[OH^-] = 10^{-7}$	7

Cálculo de pH e pOH

O cálculo do pH pode ser realizado pela seguinte expressão:

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$$

Já o cálculo do pOH (potencial hidroxiliônico) pode ser realizado pela seguinte expressão:

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-]$$

Vale observar que, para facilitar a compreensão dos cálculos:

$$[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}}$$

$$[\text{OH}^-] = 10^{-\text{pOH}}$$

É possível calcular o pH de uma solução básica usando a fórmula de K_w :

$$K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-]$$

Para simplificar os cálculos, podemos chegar à seguinte expressão:

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14$$

Atividades resolvidas

R4. Qual o pH de uma solução cuja $[\text{H}^+]$ é 10^{-9} ? Ela é considerada ácida, básica ou neutra?

Resolução

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$$

$$\text{pH} = -\log 10^{-9}$$

$$\text{pH} = 9$$

R5. Considerando que o suco de limão apresenta $\text{pH} = 3$, determine as concentrações de H^+ e OH^- , respectivamente.

Resolução

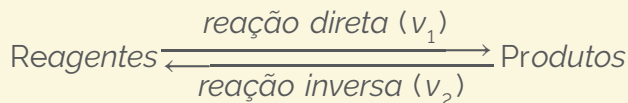
$$\text{pH} = 3, \text{pOH} = 11$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-3}$$

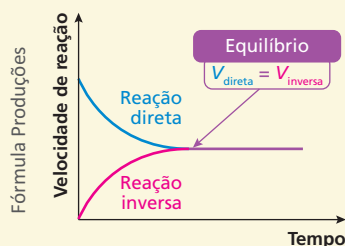
$$[\text{OH}^-] = 10^{-11}$$

Resumo

Equilíbrio químico



Graficamente:



Para que ocorra o equilíbrio, é necessário que a temperatura seja constante e não tenha trocas com o ambiente, ou seja, ocorra em **sistema fechado**.

Constante de equilíbrio (K_c)

$$aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$$

$$K_c = \frac{[\text{produtos}]}{[\text{reagentes}]} \text{ ou } K_c = \frac{[C]^c \cdot [D]^d}{[A]^a \cdot [B]^b}$$

Constante de equilíbrio em função da pressão (K_p)

$$aA(g) + bB(g) \rightleftharpoons cC(g) + dD(g)$$

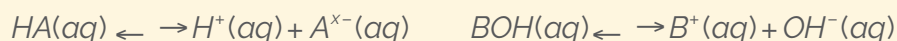
$$K_p = \frac{(pC)^c \cdot (pD)^d}{(pA)^a \cdot (pB)^b}$$

Princípio de Le Chatelier

Concentração	Aumento da concentração de um participante desloca o equilíbrio no sentido do seu consumo, ou seja, do lado oposto. Diminuição da concentração de um participante desloca o equilíbrio no sentido da sua formação, ou seja, do mesmo lado.
Temperatura	Aumento da temperatura desloca o equilíbrio no sentido endotérmico (que absorve o calor). Diminuição da temperatura desloca o equilíbrio no sentido exotérmico (que libera o calor).
Pressão	Aumento da pressão desloca o equilíbrio no sentido em que há menor volume gasoso. Diminuição da pressão desloca o equilíbrio no sentido em que há maior volume gasoso. *A análise da influência da pressão é válida apenas para gases. Sólidos e líquidos não devem ser considerados. **Em reações em que o volume gasoso é o mesmo nos dois sentidos o equilíbrio não é afetado.
Catalisador	Não causa perturbação no equilíbrio. Ele tem a função de diminuir a energia de ativação.

Equilíbrio iônico: é um equilíbrio químico que ocorre com a participação de íons.

Constante de ionização de um ácido (K_a) e a constante de dissociação de uma base (K_b):



$$K_a = \frac{[H^+] \cdot [A^-]}{[HA]}$$

$$K_b = \frac{[B^+] \cdot [OH^-]}{[BOH]}$$

Lei de diluição de Ostwald

$$K_i = \frac{\alpha^2 \cdot []}{(1 - \alpha)}$$

Em que: K_i é utilizado para indicar K_a e K_b .

Para monoácidos ou monobases fracas, com $\alpha \leq 5\%$, admite-se: $K_i = \alpha^2 \cdot []$

- Um ácido fraco apresenta K_a da ordem de 10^{-5} ou menor.
- Uma base fraca apresenta K_b da ordem de 10^{-5} ou menor.

Produto iônico da água (K_w):

$$K_w = [H^+] \cdot [OH^-]$$

$$K_w = (10^{-7}) \cdot (10^{-7})$$

$$K_w = 10^{-14} \text{ ou } 1,0 \cdot 10^{-14}$$

Escala de pH

Tipo de solução	$[H^+]$	$[OH^-]$	pH
Ácida	$[H^+] > 10^{-7}$	$[OH^-] < 10^{-7}$	< 7
Básica	$[H^+] < 10^{-7}$	$[OH^-] > 10^{-7}$	> 7
Neutra	$[H^+] = 10^{-7}$	$[OH^-] = 10^{-7}$	7

Cálculo do pH: $pH = -\log[H^+]$

Cálculo do pOH: $pOH = -\log[OH^-]$

Atenção: $[H^+] = 10^{-pH}$ e $[OH^-] = 10^{-pOH}$

$$pH + pOH = 14$$

Avalie o que aprendeu

1. (Mackenzie) Considerando-se o equilíbrio químico equacionado por $A_{(g)} + 2 B_{(g)} \rightleftharpoons AB_{2(g)}$, sob temperatura de 300 K, a alternativa que mostra a expressão correta da constante de equilíbrio em termos de concentração em mols por litro é

a) $\frac{[AB_2]}{[A] \cdot [B]^2}$

b) $\frac{[A] \cdot [B]^2}{[AB_2]}$

c) $\frac{[AB_2]}{[A] + [B]^2}$

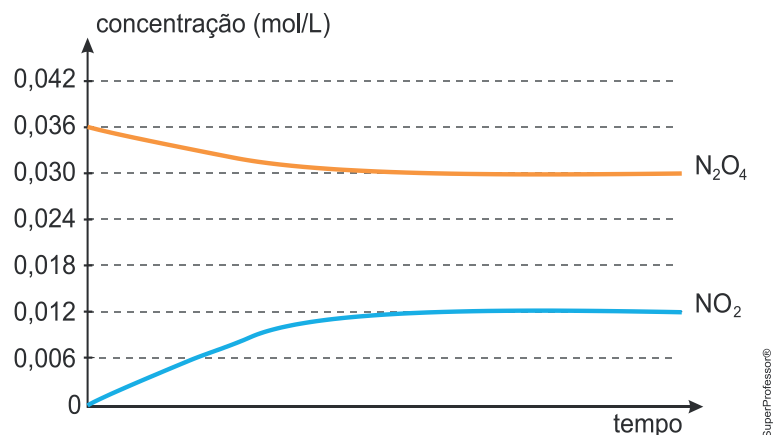
d) $\frac{[A] + [B]^2}{[AB_2]}$

e) $\frac{[AB_2]^2}{[A] \cdot [B]^2}$

2. (Uerj) Considere a reação de equilíbrio químico representada abaixo, que ocorre na atmosfera e envolve dois óxidos de nitrogênio:



A partir de um experimento, foram registradas as variações das concentrações desses óxidos em função do tempo. Observe o gráfico:



Com base nos dados obtidos, o valor da constante de equilíbrio em função das concentrações é igual a:

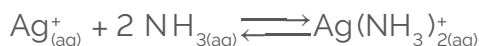
a) $3,2 \times 10^{-3}$

b) $4,8 \times 10^{-3}$

c) $3,3 \times 10^{-1}$

d) $4,0 \times 10^{-1}$

3. (PUCRJ) O reagente de Tollens é usado em análise orgânica para diferenciar aldeídos de cetonas. O reagente é preparado com íons prata em meio amoniacal, e a equação de formação do íon $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+$ é dada por:



A equação da constante de equilíbrio K da reação de formação da espécie $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+$ é

a) $\frac{[\text{Ag}^+]}{[\text{NH}_3][\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+]}$

d) $\frac{[\text{Ag}^+][\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+]}{[\text{NH}_3]^2}$

b) $\frac{[\text{NH}_3]^2[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+]}{[\text{Ag}^+]}$

e) $\frac{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+]}{[\text{Ag}^+][\text{NH}_3]^2}$

c) $\frac{[\text{Ag}^+][\text{NH}_3]}{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+]}$

4. (UFJF-pism) A grande quantidade de CO_2 produzida por veículos e processos industriais é responsável pelo efeito estufa. Outro efeito atribuído ao aumento da concentração de CO_2 se refere à reação do CO_2 da atmosfera com a água do mar, que pode ser representado pelo equilíbrio a seguir, e interpretado segundo o princípio de Le Chatelier:



Sobre as consequências do aumento da concentração de CO_2 na atmosfera, assinale a alternativa CORRETA:

- a) O aumento da concentração de CO_2 na atmosfera está causando uma diminuição na acidez dos oceanos.
- b) O aumento da concentração de CO_2 na atmosfera não está afetando o equilíbrio.
- c) O pH médio dos oceanos está diminuindo devido ao aumento da concentração de CO_2 na atmosfera.
- d) O aumento do CO_2 na atmosfera está diminuindo a quantidade de bicarbonato na água do mar.
- e) O aumento da concentração de CO_2 na atmosfera desloca o equilíbrio para o lado esquerdo da equação química.

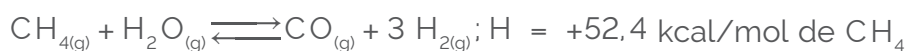
5. (UTFPR) Em determinadas condições de temperatura e pressão existe em equilíbrio $4,0 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$ de $\text{NO}(\text{g})$, $2,0 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$ de O_2 e $8,0 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$ de $\text{NO}_2(\text{g})$. Este sistema é representado pela equação $2 \text{NO}_2(\text{g}) - 20 \text{ kcal} \rightleftharpoons 2 \text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$.

Assinale a alternativa correta:

- a) O valor de K_c para este equilíbrio é de 0,1.
- b) Um aumento da pressão irá deslocar o equilíbrio favorecendo a formação dos produtos.
- c) A reação direta é endotérmica.
- d) Nas condições apresentadas, a velocidade direta é o quádruplo da velocidade inversa.

e) O equilíbrio é representado por $K_c = \frac{[\text{NO}]^2[\text{O}_2]}{[\text{NO}_2]^2}$.

6. (Unesp) O equilíbrio químico representado a seguir se estabelece durante o processo de reforma do gás natural para produção de hidrogênio.



Considere os seguintes procedimentos:

1. Aumento de pressão.
2. Aumento de temperatura.
3. Adição de catalisador.
4. Remoção de monóxido de carbono.

Entre esses procedimentos, os que propiciam o aumento do rendimento de produção de hidrogênio no equilíbrio são:

- a) 1 e 2.
- b) 3 e 4.
- c) 2 e 4.
- d) 1 e 3.
- e) 2 e 3.

7. (FMP) Em Química, pH é uma escala numérica adimensional utilizada para especificar a acidez ou a basicidade de uma solução aquosa. A rigor, o pH refere-se à concentração molar de cátions hidrônio (H^+ ou H_3O^+) presentes no meio e indica se esse meio, ou mistura, é ácido, básico ou neutro.

A tabela mostra alguns exemplos do pH de substâncias usadas em nosso cotidiano.

Substâncias	pH
Água potável	5 a 8
Água pura	7
Amoníaco	12
Suco de limão	2

A $[\text{OH}^-]$ do amoníaco de uso doméstico é:

- a) 10^{-2}
- b) 10^{-8}
- c) 10^{-12}
- d) 10^{-7}
- e) 10^{-9}

8. (Uea) O suco de maracujá concentrado, cuja concentração de íons H^+ é igual a $0,001 \text{ mol/L}$, é consumido e apreciado em todo o território brasileiro, não só pelo seu sabor, mas também por ser fonte natural de carboidratos, vitaminas e outros componentes importantes.

O valor do pH desse suco é:

- a) 11.
- b) 3.
- c) 7.
- d) 5.
- e) 1.

9. (UEA) O controle de pH para a manutenção da qualidade da água de uma piscina é essencial, pois quando a água fica muito ácida ou muito básica pode ocorrer irritação dos olhos e das mucosas, além de ressecamento da pele e dos cabelos.

Considere o produto iônico da água (K_w) a 25°C igual a $1 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$. A análise de uma amostra de água de uma piscina a 25°C encontrou uma concentração de íons OH^- igual a $1 \times 10^{-10,8} \text{ mol/L}$. Nessas condições, a água dessa piscina está:

- a) básica e o $pOH = 10,8$.
- b) básica e o $pH < 7$.
- c) neutra e o $pH = 7$.
- d) ácida e o $pOH = 3,2$.
- e) ácida e o $pH = 3,2$.

10. (Unicamp indígenas) A decoada é um fenômeno que ocorre comumente na região do Pantanal, quando as cinzas de queimadas caem nos rios e lagos da região. Uma das consequências desse fenômeno é a alteração do pH da água desses rios e lagos. Isso se deve à concomitante dissolução e reação do óxido de potássio (K_2O) presente nas cinzas do material queimado. A dissolução e reação do óxido de potássio na água pode ser representada pela equação



Pode-se afirmar que, nesse fenômeno, o pH da água desses ambientes tende a se:

- a) abaixar, tornando a água mais alcalina.
- b) aumentar, tornando a água mais ácida.
- c) elevar, tornando a água mais alcalina.
- d) abaixar, tornando a água mais ácida.



Araribetuba

O corante vermelho era extraído da árvore pau-brasil.

Capítulo 3

Química orgânica

Você já pensou em quanto a natureza serviu de inspiração para descoberta e criação de novos materiais, como fármacos, plásticos, combustíveis, sabores de alimentos, corantes e uma infinidade de outros produtos usados diariamente?

Toda essa inspiração é baseada na química orgânica! Quando se fala em orgânica, logo vem à mente algo "natural" ou "saudável". Porém esse ramo da química não pode ser definido desta maneira. A química orgânica está relacionada a compostos de carbono, e o seu entendimento fez com que muito do que a natureza oferece fosse compreendido, desde a composição de corantes, como o extraído do pau-brasil, à criação de compostos com funções similares ou iguais em laboratório.

Neste capítulo vamos conhecer um pouco sobre esse ramo da química e algumas de suas aplicações para melhor compreensão do que nos cerca.

Carbono: características

A química orgânica é um ramo da Química que estuda os compostos orgânicos, que basicamente são compostos de carbono (C) e hidrogênio (H). Além do C e H, outros elementos podem aparecer em estruturas orgânicas, como oxigênio (O), nitrogênio (N), enxofre (S), cloro (Cl), Flúor (F), entre outros capazes de realizar ligação covalente.

Os compostos orgânicos apresentam carbono em sua composição, porém nem todos os compostos com C são orgânicos, como o CO₂, que é considerado um composto inorgânico devido a suas propriedades se aproximarem às desses compostos.

Em 1858, o químico alemão Friedrich August Kekulé Von Stradonitz propôs a teoria da estrutura molecular dos compostos orgânicos. Kekulé determinou as características fundamentais do átomo de carbono. Veja a seguir tais características.

Tetravalência

O carbono é um elemento tetravalente, ou seja, ele é capaz de fazer 4 ligações covalentes. Isso se deve à necessidade de alcançar a estabilidade eletrônica. Cada ligação é representada por um traço. Observe os tipos de ligações que o carbono faz:



Ligações simples



Ligações dupla



Ligações simples e dupla



Ligações simples e tripla

A ligação simples também é denominada de ligação sigma (σ), e, quando aparecerem ligações duplas ou triplas, a primeira é sigma e as outras são ligações pi (π), como representado a seguir:

ligação simples σ

ligação dupla $\frac{\sigma}{\pi}$

ligação tripla $\frac{\pi}{\pi} \sigma$

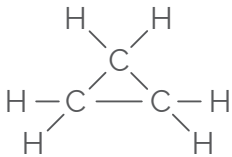
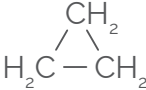
A valência de um elemento químico representa a capacidade que o átomo do elemento possui de se ligar a outro elemento para adquirir estabilidade. Observe a valência de alguns elementos que aparecem com frequência em compostos orgânicos:

Elemento	Valência	Possibilidade de ligações
H	Monovalente	H—
O e S	Bivalente	—O— O=
N e P	Trivalente	$\begin{array}{c} \text{—N—} \\ \end{array}$ —N= N≡
Halogênios	Monovalente	F— Cl— Br— I—

Capacidade de formar cadeias

O carbono possui a capacidade de formar cadeias, ligando-se a outros átomos de carbono ou a elementos diferentes para criar as assim chamadas **cadeias carbônicas**, que podem ser curtas ou longas.

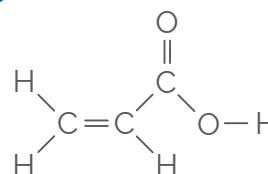
Uma cadeia carbônica pode ser representada através da disposição dos átomos nas seguintes fórmulas:

	Propano	Ciclopropano
Fórmula estrutural plana	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & \\ \text{H}-\text{C} & -\text{C} & -\text{C}-\text{H} \\ & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array}$	
Fórmula estrutural condensada	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	
Fórmula em bastão		
Fórmula molecular	C_3H_8	C_3H_6

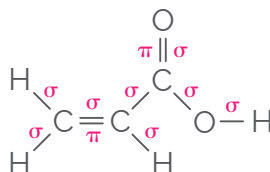
Em uma cadeia carbônica, o carbono pode estar ligado a até 4 outros átomos de carbono, sendo classificados da seguinte forma:

CC(C)=CC#CC(C)(C)C(C)C

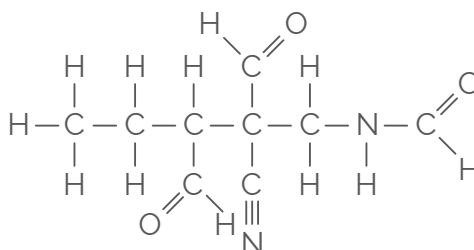
R1. Identifique quantas ligações sigma e pi aparecem na estrutura a seguir:



Na estrutura apresentada podem ser encontradas 8 ligações sigma (σ) e 2 ligações pi (π).



1. Classifique os carbonos da estrutura a seguir em primários (P), secundários (S), terciários (T) e quaternários (Q):

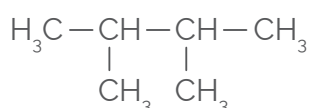


Cadeias carbônicas

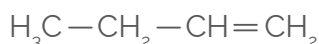
O encadeamento dos átomos forma as cadeias carbônicas, que podem ser classificadas de acordo com suas características:

Tipo de ligação: presença ou não de ligações duplas ou triplas entre os átomos de carbono.

- **Cadeia saturada:** apresenta apenas ligações simples entre os átomos de carbono.

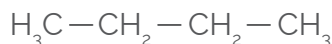


- **Cadeia insaturada:** apresenta pelo menos uma ligação dupla ou tripla entre os átomos de carbono.



Natureza dos átomos: presença ou não de átomos diferentes de carbono e hidrogênio entre os átomos de carbono.

- **Cadeia homogênea:** apresenta apenas átomos de carbono na cadeia principal.



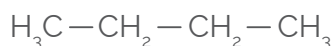
- **Cadeia heterogênea:** apresenta pelo menos um átomo de outro elemento entre os átomos de carbono.



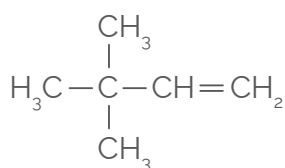
Cadeia principal: maior sequência contínua de átomos de carbono.

Disposição dos átomos de carbono: presença ou não de ramificações.

- **Cadeia normal, linear ou ramificada:** apresenta apenas duas extremidades e seus átomos estão dispostos em sequência.

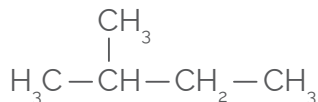


- **Cadeia ramificada:** apresenta no mínimo três extremidades contendo átomos de carbono, ou seja, pelo menos um carbono estará fora da cadeia principal.

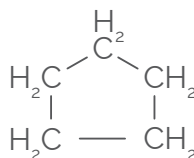


Fechamento da cadeia: presença ou não de ciclos entre os átomos de carbono.

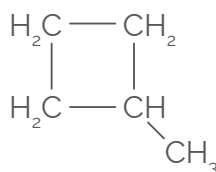
- Cadeia aberta ou acíclica: apresenta pelo menos duas extremidades e nenhum ciclo ou anel.



- Cadeia fechada ou cíclica: apresenta um ciclo, ou seja, não apresenta extremidades na cadeia principal.

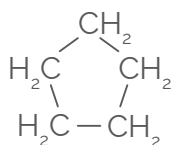


Mista: uma cadeia carbônica pode ser classificada como mista por apresentar parte fechada e parte aberta, sendo representada por ramificações — carbonos fora do ciclo.

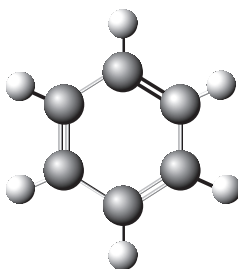
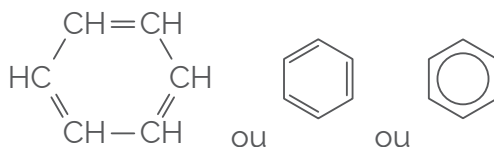


Aromaticidade: presença ou não de anel aromático.

- Cadeia alifática: cadeias abertas ou fechadas — neste caso são chamadas alicíclicas — que não possuem grupo (anel) em sua estrutura.



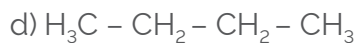
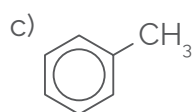
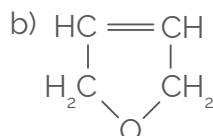
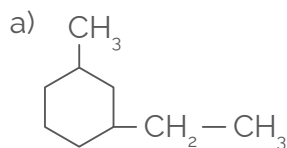
- Cadeia aromática: apresenta pelo menos um grupo (anel) aromático em sua estrutura, que é caracterizado pela alternância de ligações duplas e simples entre carbonos, caracterizando a ressonância.



O benzeno (C_6H_6) é utilizado como matéria-prima pela indústria para uma série de produtos, de plásticos e lubrificantes a medicamentos.

Atividades resolvidas

R2. Com base nas cadeias carbônicas a seguir, classifique as estruturas quanto ao tipo de cadeia e apresente sua fórmula molecular:



Resolução

a) Cadeia mista, saturada, homogênea. Fórmula molecular: C_9H_{18} .

b) Cadeia fechada, alifática, insaturada, heterogênea. Fórmula molecular: $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}$.

c) Cadeia aromática, ramificada. Fórmula molecular: C_7H_{14} .

d) Cadeia aberta, normal, saturada, homogênea. Fórmula molecular C_4H_{10} .

Atividades

2. Represente as cadeias carbônicas homogêneas com:

a) 3 átomos de carbono primário e 1 átomo de carbono terciário.

b) 4 átomos de carbono, todos secundários.

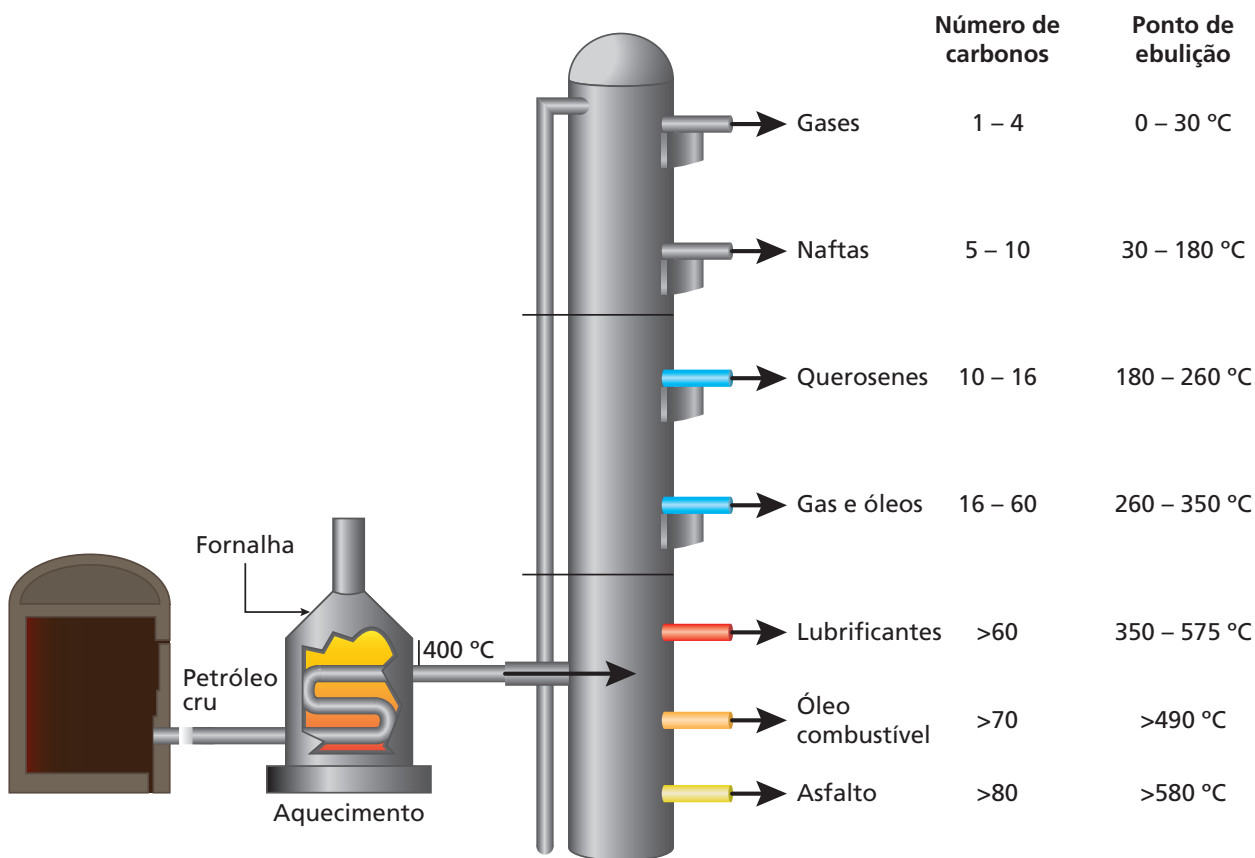
Hidrocarbonetos

A existência de milhões de compostos orgânicos fez com que houvesse a necessidade de organizá-los em grupos, de acordo com a semelhança entre suas propriedades, denominados grupos funcionais. O primeiro que vamos trabalhar são os hidrocarbonetos.

Hidrocarbonetos são compostos orgânicos formados apenas por carbono e hidrogênio.

Os hidrocarbonetos constituem uma classe muito numerosa de compostos orgânicos e seu estudo fornece a base para compreensão de todos os outros compostos orgânicos.

A principal fonte de hidrocarbonetos é o petróleo — líquido oleoso e viscoso formado a quilômetros da superfície. Para se extrair os hidrocarbonetos do petróleo é necessário fazer a sua destilação fracionada. Nesse processo, resumidamente, o petróleo bruto passa por uma torre de destilação, na qual se obtém as frações do petróleo. Essas frações são misturas de substâncias com pontos de ebulição relativamente próximos. Na torre de destilação os hidrocarbonetos mais leves, com cadeias carbônicas menores, saem na parte de cima, já os mais pesados, com cadeias carbônicas maiores, saem na parte de baixo, como pode ser observado na imagem a seguir:



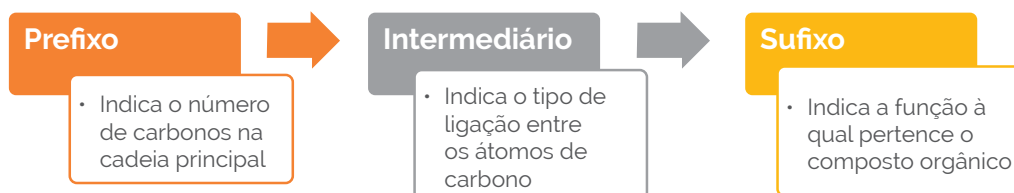
Representação de uma torre de destilação de petróleo.

Nomenclatura de hidrocarbonetos

Os compostos orgânicos são conhecidos desde a antiguidade, mas davam-se nomes aleatórios. Foi só em 1892 que químicos se reuniram para formular regras de nomenclatura de compostos orgânicos. Surgiu assim a IUPAC (*International Union of Pure and Applied Chemistry*), que publicou pela primeira vez as regras de nomeação dos compostos orgânicos.

Os hidrocarbonetos são um grupo funcional e a maneira como foi estabelecida sua nomenclatura auxilia na nomeação de outros grupos funcionais que veremos adiante.

Basicamente, um composto de cadeia aberta e normal é nomeado respeitando os seguintes critérios:

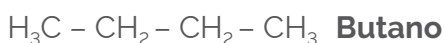


Na tabela a seguir estão organizados os prefixos, intermediários e sufixo para se nomear compostos orgânicos, neste caso, os hidrocarbonetos.

Prefixo	Intermediário Tipo de ligação entre os átomos de carbono	Sufixo
1 carbono: met 2 carbonos: et 3 carbonos: prop 4 carbonos: but 5 carbonos: pent 6 carbonos: hex 7 carbonos: hep 8 carbonos: oct 9 carbonos: non 10 carbonos: dec	Saturada – Alcanos Simples – an- Insaturada – Alcenos 1 dupla – en- 2 duplas – dien- 3 duplas – trien- Insaturada – Alcinos 1 tripla – in- 2 triplas – diin- 3 triplas – triin-	Hydrocarboneto – o

Alcanos

Essa classe de hidrocarbonetos é formada por cadeias que apresentam apenas ligações simples, cuja fórmula geral é C_nH_{2n+2} . De acordo com a IUPAC, para nomeá-los considere o exemplo a seguir:



Prefixo: **but** – 4 carbonos na cadeia.

Intermediário: **an** – apenas ligações simples.

Sufixo: **o** – terminação para hidrocarboneto.

O GLP, gás liquefeito de petróleo, é composto pelos gases propano (C_3H_8) e butano (C_4H_{10}). Esse gás é popularmente conhecido como gás de cozinha.

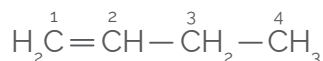


Adobestock

Alcenos e alcinos

São cadeias formadas com uma ligação dupla (cuja fórmula geral é C_nH_{2n}) ou uma ligação tripla (cuja fórmula geral é C_nH_{2n-2}) entre os carbonos, respectivamente. De acordo com a IUPAC, para nomeá-los é preciso seguir os seguintes passos:

1. Enumerar a cadeia, a partir da extremidade mais próxima da insaturação, de modo que ela fique localizada no carbono de menor número;
2. Indicar, antes do nome, o número do carbono onde se localiza a insaturação;
3. Nomear seguindo a regra de nomenclatura dos hidrocarbonetos.

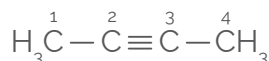


But-1-eno

Prefixo: but – 4 carbonos na cadeia.

Intermediário: en – 1 ligação dupla (=) no carbono 1.

Sufixo: o – terminação para hidrocarboneto.



But-2-ino

Prefixo: but – 4 carbonos na cadeia.

Intermediário: in – 1 ligação tripla ($\equiv$) no carbono 2.

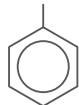
Sufixo: o – terminação para hidrocarboneto.

O etino (C_2H_2), comercialmente conhecido como acetileno, é o alcino que mais se destaca, devido a sua utilização como combustível para solda e como precursor químico de produtos de interesse comercial, como os polímeros.



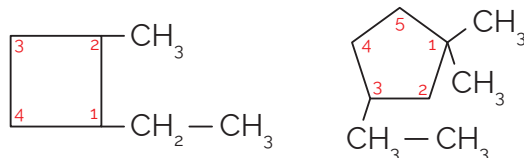
Grupos substituintes

Grupos substituintes ou radicais orgânicos são formados quando um ou mais átomos de hidrogênio são retirados da molécula. Observe alguns grupos:

Grupos substituintes orgânicos		
metil	etil	propil
H_3C-	H_3C-CH_2-	$H_3C-CH_2-CH_2-$
isopropil	butil	sec-butil
$H_3C-CH-CH_3$ CH_3	$H_3C-CH_2-CH_2-CH_2-$	$H_3C-CH_2-CH-CH_3$ CH_3
isobutil	terc-butil	fenil
$H_3C-CH-CH_2-$ CH_3	$H_3C-C-CH_3$ CH_3	

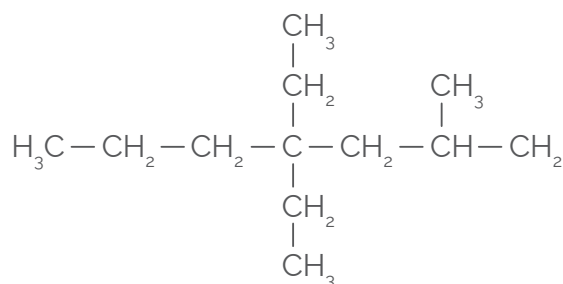
Em uma cadeia carbônica, esses grupos são chamados de ramificações. Para nomear cadeias com essas características é necessário seguir os mesmos passos anteriores e, ao numerar a cadeia, deve-se considerar a maior sequência de carbonos. O que ficar fora da cadeia principal é considerado ramificação. Caso haja mais de uma ramificação do mesmo tipo, é preciso indicar a posição com números e usar "di", "tri" ou "tetra" para expressar a quantidade.

Além de hidrocarbonetos de cadeias abertas, também temos os de cadeias fechadas. Para a nomenclatura desses compostos é necessário colocar a palavra "ciclo" antes do nome da cadeia principal.



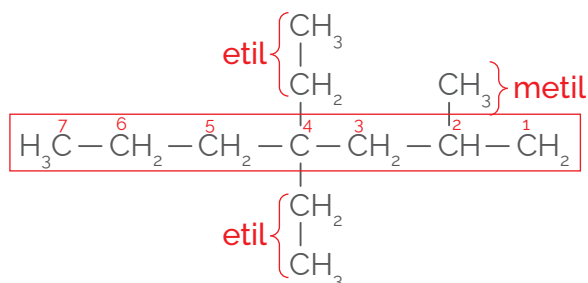
Atividades resolvidas

R3. Com base na cadeia carbônica a seguir determine sua nomenclatura segundo a IUPAC:



Resolução

Primeiramente deve-se determinar a cadeia principal. Nesse caso, a cadeia principal apresenta 7 carbonos em sequência e apenas ligações simples, então o nome é **heptano**. Deve-se iniciar a numeração da extremidade mais próxima da primeira ramificação, nesse caso, da direita para esquerda. Após a identificação da cadeia principal é possível verificar quais são os nomes dos grupos substituintes que aparecem na estrutura, como indicado a seguir:

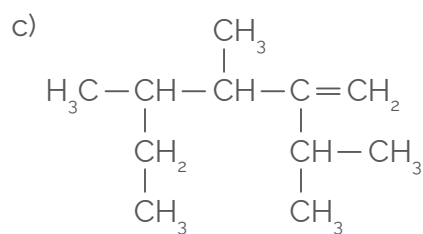
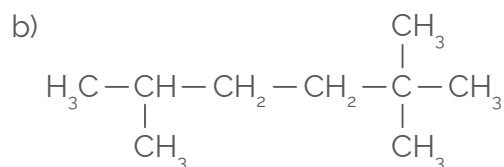
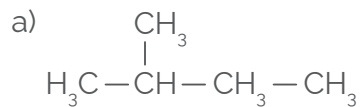


Com essas informações é possível dar nome à cadeia carbônica, iniciando com a posição dos grupos substituintes em ordem alfabética, seguido do nome da cadeia principal:

4,4-di-etil-2-metil-heptano

Atividades

3. Represente as cadeias carbônicas homogênea com:



4. Considerando a nomenclatura oficial prescrita pela IUPAC, represente a fórmula estrutural dos seguintes hidrocarbonetos:

- a) metilbenzeno
- b) metilpropano
- c) 2,3-dimetilbutano
- d) 4-metilpent-2-ino
- e) 2,3,4-trimetil-heptano

Funções orgânicas

As funções orgânicas são representadas por um conjunto de substâncias que apresentem semelhanças nas fórmulas estruturais e, por consequência, propriedades químicas semelhantes. As funções orgânicas são diferenciadas pelo grupo funcional, que corresponde a um átomo ou grupo de átomos característicos de uma classe funcional.

Observe as principais funções orgânicas, suas características e como são representadas:

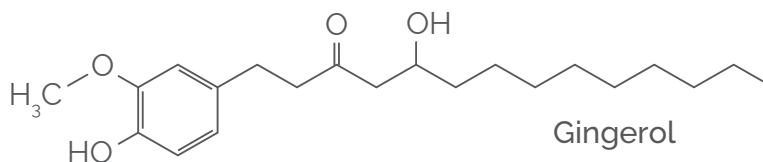
Funções orgânicas oxigenadas		
Função	Característica	Representação
Álcool	Substância que apresenta o grupo hidroxila (—OH) ligado a carbono saturado.	R—OH
Enol	=C—OH Substância que apresenta o grupo hidroxila ligado a carbono com dupla ligação.	R=C—OH
Fenol	—OH Substância que apresenta grupo hidroxila ligado a anel benzênico.	Ar—OH
Aldeído	Substância que apresenta o grupo carbonila (>C=O) na extremidade da cadeia carbônica.	$\text{R—C}\begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{H} \end{array}$
Cetona	Substância que apresenta o grupo carbonila (>C=O) ligado a outros dois átomos de carbono.	$\text{R—C}\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—R'} \end{array}$
Ácido carboxílico	Substância que apresenta o grupo carboxila ($\text{—C}\begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{OH} \end{array}$)	$\text{R—C}\begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{OH} \end{array}$
Éster	Substância que deriva de um ácido carboxílico, no qual o hidrogênio do grupo carboxila é substituído por uma cadeia carbônica ($\text{—C}\begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{O—} \end{array}$)	$\text{R—C}\begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{O—R'} \end{array}$
Éter	Substância que apresenta um átomo de oxigênio (—O—) entre átomos de carbono.	R=C—OH

Funções nitrogenadas		
Função	Característica	Representação
Amina	Substâncias derivadas da amônia (NH ₃), na qual os hidrogênios são substituídos por grupos derivados de hidrocarbonetos.	$R-NH_2 ; R-NH-R'$ $R-N(R'')(R')$
Amida	Substâncias caracterizadas pela presença do nitrogênio ligado diretamente ao carbono da carbonila. Pode apresentar hidrogênios ou grupos orgânicos ligados ao N.	$R-C(=O)-N-$

Atenção: R, R' e R'' = grupos orgânicos iguais ou diferentes; Ar = cadeia aromática.

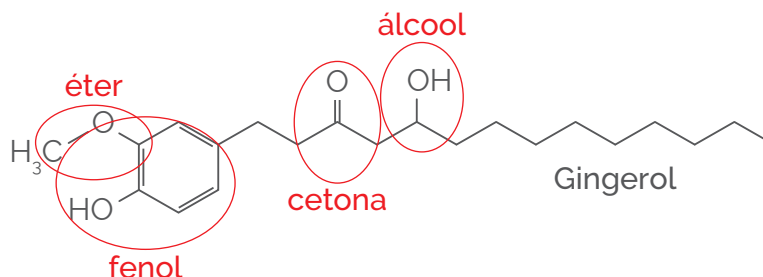
Atividades resolvidas

R4. Gingerol é o que dá o sabor picante característico do gengibre. Com base em sua fórmula, representada a seguir, identifique as funções orgânicas presentes.



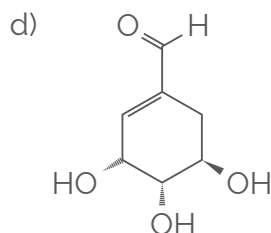
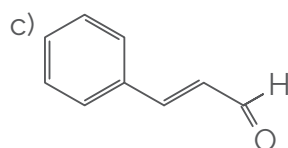
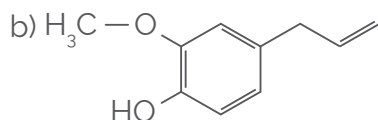
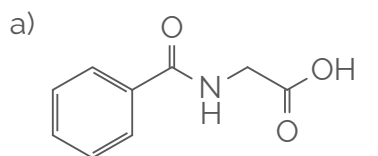
Resolução

Com base na tabela que apresenta as características das funções orgânicas, é possível identificar quais funções estão presentes na estrutura do gingerol:



Atividades

5. Identifique as funções orgânicas presentes nas seguintes cadeias carbônicas:



Funções orgânicas oxigenadas

As funções orgânicas oxigenadas são caracterizadas pela presença do oxigênio na cadeia carbônica.

A partir de agora vamos trabalhar a nomenclatura de algumas dessas funções.

Álcool

Um representante muito importante da classe dos álcoois é o etanol ou álcool etílico (C_2H_6O). No Brasil, a matéria prima mais utilizada para produção desse álcool é a cana-de-açúcar, mas também pode ser produzido a partir da beterraba e do milho. Trata-se de uma fonte de energia renovável e limpa, ou seja, sua produção e utilização polui menos o meio ambiente se comparado aos combustíveis fósseis, como a gasolina.

É possível produzir cerca de 80 litros de etanol com 1 tonelada de cana-de-açúcar.



Adobestock

A nomenclatura de álcoois é caracterizada pelo sufixo “-ol”. Para nomear um álcool é necessário numerar a cadeia carbônica principal, partindo da extremidade mais próxima da posição da hidroxila (—OH). Caso ele apresente ramificações ou insaturações, deve-se considerar a seguinte ordem de importância:

Grupo funcional > insaturação > grupo substituinte

Álcoois podem ser classificados de acordo com a posição da hidroxila e quanto ao número de hidroxilas:

Posição da hidroxila

- **Álcool primário:** grupo funcional —OH ligado a carbono primário. Ex. $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{OH}$
etanol.

- **Álcool secundário:** grupo funcional —OH ligado a carbono secundário.

Ex. $\text{H}_3\text{C} - \underset{\text{OH}}{\text{CH}} - \text{CH}_3$
propan-2-ol.

- **Álcool terciário:** grupo funcional —OH ligado a carbono terciário. Ex. $\text{H}_3\text{C} - \underset{\text{OH}}{\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}} - \text{CH}_3$.
2-metilpropan-2-ol

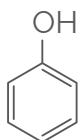
Número de hidroxilas

- **Monoálcool:** um grupo —OH na estrutura. Ex. $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \underset{\text{OH}}{\text{CH}_2}$.
propan-1-ol ou propanol

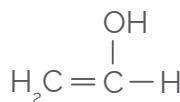
- **Diálcool:** dois grupos —OH na estrutura. Ex. $\text{H}_3\text{C} - \underset{\text{OH}}{\text{CH}} - \underset{\text{OH}}{\text{CH}_2}$.
propano-1,2-diol

- **Triálcool:** três grupos —OH na estrutura. Ex. $\text{H}_2\text{C} - \underset{\text{OH}}{\text{CH}} - \underset{\text{OH}}{\text{CH}_2}$.
propano-1,2,3-triol

Duas funções orgânicas que são facilmente confundidas com álcoois são os **fenóis** e os **enóis**, no entanto, **são funções diferentes**. Nos fenóis a hidroxila está ligada a um anel benzênico, já no enol a hidroxila está ligada a um carbono com uma dupla ligação. Ex.



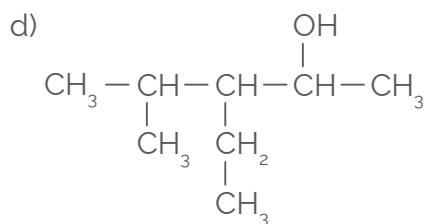
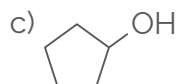
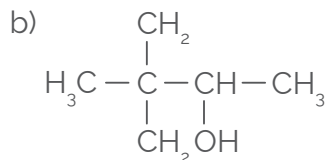
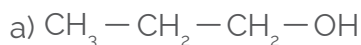
Fenol ou
hidroxibenzeno



Etenol

Atividades resolvidas

R5. Determine o nome dos seguintes álcoois segundo a IUPAC:



Resolução

Propano-1-ol ou propanol

3,3-dimetilbutan-2-ol

Ciclopentanol

3-etil-4-metil-pentan-2-ol

Atividades

6. Represente a fórmula estrutural dos seguintes álcoois:

a) ciclobutanol

b) propan-2-ol

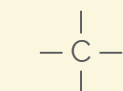
c) butano-1,2-diol

d) 2-metilpropan-2-ol

Resumo

Características do carbono:

Tetravalência: capacidade de fazer 4 ligações. Podem ser representadas da seguinte maneira:



Ligações simples



Ligações dupla

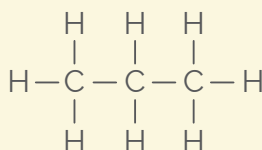


Ligações simples e dupla

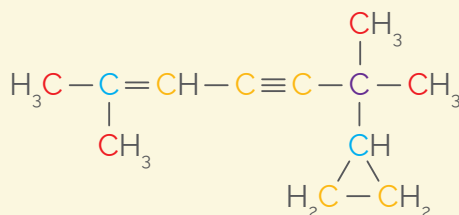


Ligações simples e tripla

Capacidade de formar cadeias:



Classificação do carbono



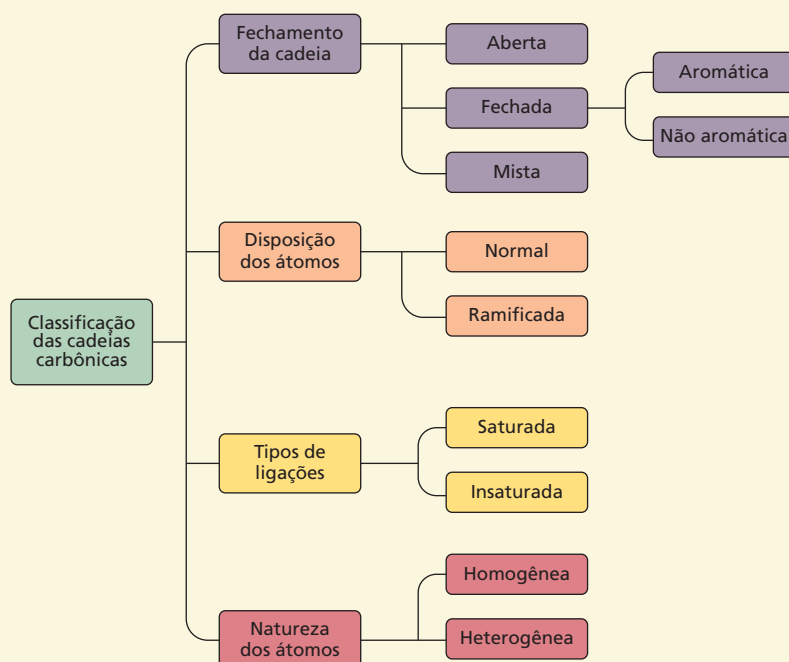
Carbono primário

Carbono secundário

Carbono terciário

Carbono quaternário

Classificação da cadeia carbônica

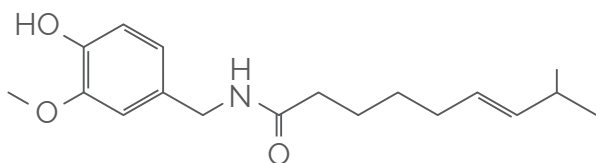


Nomenclatura da cadeia carbônica

Funções orgânicas oxigenadas		
Função	Característica	Representação
Álcool	Substância que apresenta o grupo hidroxila ($-\text{OH}$) ligado a carbono saturado.	$\text{R}-\text{OH}$
Enol	$=\text{C}-\text{OH}$ Substância que apresenta o grupo hidroxila ligado a carbono com dupla ligação.	$\text{R}=\text{C}-\text{OH}$
Fenol	$-\text{OH}$ Substância que apresenta grupo hidroxila ligado a anel benzênico.	$\text{Ar}-\text{OH}$
Aldeído	Substância que apresenta o grupo carbonila (>C=O) na extremidade da cadeia carbônica.	$\text{R}-\text{C}\begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{H} \end{array}$
Cetona	Substância que apresenta o grupo carbonila (>C=O) ligado a outros dois átomos de carbono.	$\text{R}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{ }}{\text{C}}}-\text{R}'$
Ácido carboxílico	Substância que apresenta o grupo carboxila ($-\text{C}\begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{OH} \end{array}$).	$\text{R}-\text{C}\begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{OH} \end{array}$
Éster	Substância que deriva de um ácido carboxílico, no qual o hidrogênio do grupo carboxila é substituído por uma cadeia carbônica ($-\text{C}\begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{O}- \end{array}$).	$\text{R}-\text{C}\begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{O}-\text{R}' \end{array}$
Éter	Substância que apresenta um átomo de oxigênio ($-\text{O}-$) entre átomos de carbono.	$\text{R}-\text{O}-\text{R}'$
Funções nitrogenadas		
Função	Característica	Representação
Amina	Substâncias derivadas da amônia (NH_3), na qual os hidrogênios são substituídos por grupos derivados de hidrocarbonetos.	$\text{R}-\text{NH}_2$; $\text{R}-\text{NH}-\text{R}'$ $\text{R}-\underset{\text{R}''}{\underset{ }{\text{N}}}-\text{R}'$
Amida	Substâncias caracterizadas pela presença do nitrogênio ligado diretamente ao carbono da carbonila. Pode apresentar hidrogênios ou grupos orgânicos ligados ao N.	$\text{R}-\text{C}\begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{N}- \\ \end{array}$

Avalie o que aprendeu

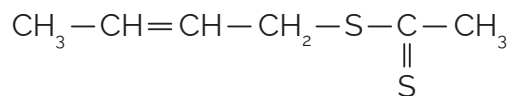
1. (UFRGS) Recentemente, estudantes brasileiros foram premiados pela NASA (Agência Espacial Americana) pela invenção de um chiclete de pimenta, o "Chiliclete", que auxilia os astronautas a recuperarem o paladar e o olfato. A capsaicina, molécula representada abaixo, é o componente ativo das pimentas.



A cadeia carbônica desse composto pode ser classificada como:

- a) alifática, ramificada e homogênea.
- b) aromática, ramificada e homogênea.
- c) alicíclica, linear e insaturada.
- d) mista, insaturada e heterogênea.
- e) acíclica, linear e heterogênea.

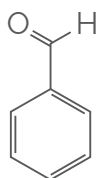
2. (UEA) Uma das substâncias responsáveis pelo mau cheiro das secreções do gambá tem a seguinte fórmula estrutural:



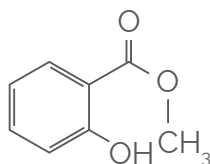
A cadeia principal dessa substância pode ser classificada como:

- a) alicíclica, normal, saturada e heterogênea.
- b) alifática, normal, saturada e homogênea.
- c) alifática, ramificada, insaturada e homogênea.
- d) alicíclica, ramificada, saturada e homogênea.
- e) alifática, normal, insaturada e heterogênea.

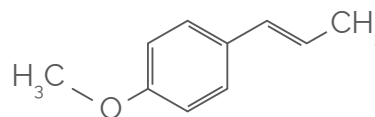
3. (Enem) De modo geral, a palavra "aromático" invoca associações agradáveis, como cheiro de café fresco ou de um pão doce de canela. Associações similares ocorriam no passado da história da química orgânica, quando os compostos ditos "aromáticos" apresentavam um odor agradável e foram isolados de óleos naturais. À medida que as estruturas desses compostos eram elucidadas, foi se descobrindo que vários deles continham uma unidade estrutural específica. Os compostos aromáticos que continham essa unidade estrutural tornaram-se parte de uma grande família, muito mais com base em suas estruturas eletrônicas do que nos seus cheiros, como as substâncias a seguir, encontradas em óleos vegetais.



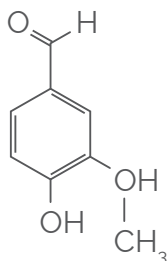
Benzaldeído
(no óleo de amêndoas)



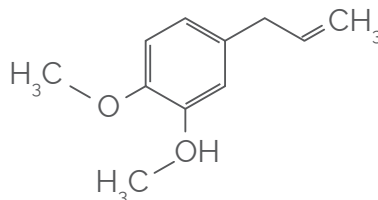
Salicilato de metila
(no óleo de gaultéria)



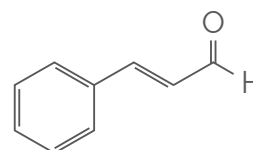
Anetol
(no óleo de anis)



Vanilina
(no óleo de amêndoas)



Eugenol
(no óleo de cravos)



Cinamalaldeído
(no óleo de canela)

SOLOMONS, T. W. G.; FRYHLE, C. B. Química orgânica. Rio de Janeiro: LTC, 2009 (adaptado).

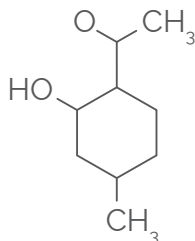
A característica estrutural dessa família de compostos é a presença de:

- a) ramificações.
- b) insaturações.
- c) anel benzênico.
- d) átomos de oxigênio.
- e) carbonos assimétricos.

4. (UECE) Considerando a fórmula estrutural do composto orgânico 2,4,4-trimetilheptano, é correto dizer que o número de átomos de carbonos secundários é:

- a) 5.
- b) 2.
- c) 4.
- d) 3.

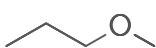
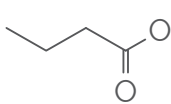
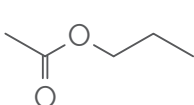
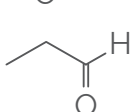
5. (PUC-SP) Mentol ocorre em várias espécies de hortelã e é utilizado em balas, doces e produtos higiênicos.



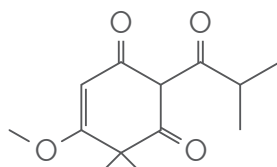
Observe a estrutura do mentol e assinale a alternativa **correta**.

- a) A fórmula molecular do mentol é $C_{10}H_{19}O$.
- b) O mentol possui 3 carbonos secundários.
- c) Possui um radical isopropil.
- d) Possui a função orgânica fenol.

6. (UECE) Os compostos orgânicos podem ser representados por fórmulas de traços, em que as ligações entre os átomos de carbono são representadas por traços. Nesse tipo de representação, a quantidade de hidrogênio fica subentendida. Sabendo que o átomo de carbono faz quatro ligações, assinale a opção que apresenta a correta associação da fórmula de traços do composto orgânico com a classe a que pertence.

- a)  CETONA
- b)  ALDEÍDO
- c)  ÉSTER
- d)  ÁCIDO CARBOXÍLICO

7. (PUCRJ) A seguir está representada a estrutura de uma substância orgânica de origem natural.



Nessa substância estão presentes as funções orgânicas

- a) Álcool e éter.
- b) Álcool e cetona.
- c) Éter e cetona.
- d) Éster e aldeído.
- e) Éster e ácido carboxílico.

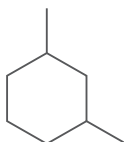
8. (UECE) Os álcoois são compostos orgânicos caracterizados pelo grupo hidroxila (OH) ligado a um carbono saturado de uma cadeia carbônica. O grupo funcional dos álcoois é representado por R—OH, em que R representa um grupo alquila. Dependendo do átomo de carbono do grupo R em que a hidroxila estiver ligada, os álcoois são classificados em primários, secundários ou terciários. Assim, é correto afirmar que:

- a) Propan-2-ol é um álcool primário.
- b) Butan-2-ol é um álcool terciário.
- c) 2-metil-propan-2-ol é um álcool secundário.
- d) 2,3-dimetil-butan-2-ol é um álcool terciário.

9. (UFAM) O petróleo cru, ou bruto, é levado para as refinarias, a fim de ser separado em vários componentes, que serão transformados em produtos derivados do petróleo. O petróleo bruto é separado em seus componentes por:

- a) Destilação fracionada.
- b) Destilação simples.
- c) Diferença de densidade.
- d) Floculação.
- e) Reação química.

10. (UFAM) A nomenclatura da União Internacional de Química Pura e Aplicada (em inglês, *International Union of Pure and Applied Chemistry*, **IUPAC**) foi criada a fim de oficializar regras a serem seguidas internacionalmente para nomear os compostos orgânicos por meio de suas estruturas e vice-versa. Considere a molécula a seguir:



De acordo com as regras da IUPAC, seu nome é:

- a) 1,3-dimetilciclohexano.
- b) 1,2-dimetilhexano.
- c) dimetilciclohexano.
- d) 1,5-dimetilciclohexano.
- e) 2,4-dimetilciclohexano.

Práticas interdisciplinares

A evolução dos smartphones e os prejuízos ao meio ambiente

O primeiro aparelho celular foi lançado em 1973. Ele era enorme, pesado, e possuía única e exclusivamente a função de realizar chamadas, além disso, era extremamente caro, de forma que ter um aparelho desses já foi sinônimo de luxo.

Com o passar do tempo, os celulares passaram por modificações, inovando na redução do tamanho, melhor tecnologia de comunicação e agregando novas funcionalidades e recursos, como agenda, mensagem de texto, acesso à internet, câmeras, reprodução de arquivos de mídia, entre outros. No entanto, os celulares com esses recursos não possuíam a inteligência que nos permitiria maior agilidade nas necessidades da pós-modernidade. À medida que esses aparelhos evoluíram, permitindo acesso contínuo à internet e a instalação de novos programas, ampliando suas funcionalidades, os celulares ganharam o que chamamos de "inteligência", tornando-se assim smartphones.



Um dos primeiros aparelhos celulares lançados.

Hoje em dia, ter um aparelho smartphone é uma questão de necessidade. Graças aos avanços da ciência e às inovações tecnológicas, os smartphones são pequenos dispositivos que trazem diversas facilidades. Com eles, temos o mundo na palma de nossas mãos e, o melhor, por um custo bem mais acessível. No entanto, o que melhorou não foi apenas o design ou o custo. O alto desempenho e a capacidade que esses aparelhos possuem de funcionar por horas sem estar diretamente conectados a uma fonte de energia externa devem-se, principalmente, ao desenvolvimento de pilhas e baterias recarregáveis, que são responsáveis por transformar energia química em energia elétrica por meio de reações de oxirredução. Até este ponto, vemos apenas os benefícios.

O problema é que, no mundo capitalista em que vivemos, a aceleração digital e a busca da sociedade por aparelhos cada vez mais novos trazem consigo um novo padrão — o consumo excessivo e a troca do que não está velho por um mais atual — gerando uma quantidade cada vez maior de lixo eletrônico. Entre outros dispositivos eletrônicos, as baterias dos aparelhos celulares contêm substâncias tóxicas e metais pesados em seu interior, que podem causar contaminação na água e no meio ambiente se forem descartadas de maneira inadequada.



Todos os anos, milhares de aparelhos celulares são descartados em todo o mundo.

Com a ajuda de seus professores e de um colega, responda as atividades a seguir e depois discuta com toda a turma sobre as respostas.

1. Você já parou para pensar em quantos celulares já teve? Para onde acha que vão os aparelhos que são descartados?

2. Descreva quais são os principais componentes químicos presentes nas baterias dos aparelhos celulares e o que acontece quando essas baterias são descartadas no meio ambiente de forma inadequada.

3. Como as pilhas e baterias recarregáveis contribuem para o desempenho dos smartphones e sua capacidade de funcionar por horas sem conexão direta com uma fonte de energia externa?

4. Quais são os impactos ambientais associados ao consumo excessivo e à rápida troca de dispositivos eletrônicos, incluindo smartphones?

5. Quais são os possíveis impactos decorrentes do descarte inadequado de pilhas e baterias aos organismos dos ecossistemas?

Referências bibliográficas

BIOLOGIA

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Base nacional comum curricular: educação é a base (BNCC). Brasília: MEC/SEB, 2018. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/>>. Acesso em: 5 set. 2023.

CAMPBELL, Neil; REECE, Jane. *Biologia*. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015.

HILDEBRAND, M.; GOSLOW, G. Análise da estrutura dos vertebrados. São Paulo: Atheneu, 2006.

RAW, Isaias; MENNUCCI, Lelia; KRASILCHIK, Myriam - A Biologia e o Homem. São Paulo, Edusp, 2001,

RIDLEY, Mark. *Evolução*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

SADAVA, David et al. *Vida: a ciência da Biologia*. Tradução de Carla Denise Bonan et al. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. v. 2 e 3.

CAIN, M.L. et alii. *Ecologia*. 3a ed. Porto Alegre: Artmed, 2017

GRIFFITHS, A.J. Introdução à Genética. 12ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2022

SNUSTAD, P.D.; SIMMONS, M.J. Fundamentos de Genética. 7ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017

TOWNSEND, C.R. et alii. Fundamentos em Ecologia. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2010

FÍSICA

ALONSO, M. S.; FINN, E. J. Física: um curso universitário: Campos e ondas. São Paulo: Blucher, 2015. v. 2.

ASSIS, Andre Koch Torres. Os Fundamentos Experimentais e Históricos da Eletricidade. Goiânia: Editora IF, 2011.

BAUER, W.; WESTGALL, G. D.; DIAS, H. Física para Universitários: Eletricidade e magnetismo. São Porto Alegre (RS): AMGH Editora, 2013.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Base nacional comum curricular: educação é a base (BNCC). Brasília: MEC/SEB, 2018. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/>>. Acesso em: 5 set. 2023.

FLÓRIO, V. Abelhas utilizam campos elétricos para identificar flores. **Ciência e Cultura**. vol.68 no.3 São Paulo Jul./Set.. 2016. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/pdf/cic/v68n3/v68n3a07.pdf>. Acesso em: 04 nov. 2022.

GREF. Física. 4. ed. São Paulo: Edusp, 1998. v. 3.

GREF. Física. 4. ed. São Paulo: Edusp, 1998. v. 4.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. Fundamentos de Física: Gravitação, Ondas e Termodinâmica. 6. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002. v. 2.

HEWITT, Paul G. Física conceitual. 12. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

NUSSENZVEIG, H. M. Curso de Física Básica. São Paulo: Blucher, 2013. v. 1.

NUSSENZVEIG, H. M. Curso de Física Básica. São Paulo: Blucher, 2013. v. 2.

TYPLER, Paul A. Física – Eletricidade e magnetismo. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1978. v. 2.

YOUNG, H. D., FREEDMAN, R. A. **Sears and Zemansky's University - Física III: Eletricidade, magnetismo e tópicos de Física Moderna.** 12. ed. São Paulo: Pearson, 2008.

YOUNG, H. D., FREEDMAN, R. A. Sears and Zemansky's University - Física II: Termodinâmica e ondas. 12. ed. São Paulo: Pearson, 2008.

QUÍMICA

ATKINS, Peter. *et. al.* Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente, 7 ed. Porto Alegre: Bookman, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Base nacional comum curricular: educação é a base (BNCC). Brasília: MEC/SEB, 2018. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/>>. Acesso em: 5 set. 2023.

BROWN, T. L.; LEMAY, E.; BURSTEN JR., B. E. Química: a ciência central. 13 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2016.

CARTILHA qualidade do ar interno, que contribui para a saúde das pessoas, é lançada para a sociedade. ABRVA. Disponível em: <https://abrva.com.br/cartilha-qualidade-do-ar-interno-que-contribui-para-a-saude-das-pessoas-e-lancada-para-a-sociedade/>. Acesso em: 9 ago. 2023.

MCMURRY, John. Química Orgânica. Vol 1, 6 ed. Cengage Learning, 2008.

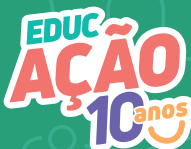
RUSSEL, John Blair. Química geral. Vol. 1. ed. São Paulo, Pearson Makron Books, 2006.

RUSSEL, John Blair. Química geral. Vol. 2. ed. São Paulo, Pearson Makron Books, 2006.



Acelere o Saber

mais



SEDUC
Secretaria
de Estado
de Educação



Governo de
Mato
Grosso

